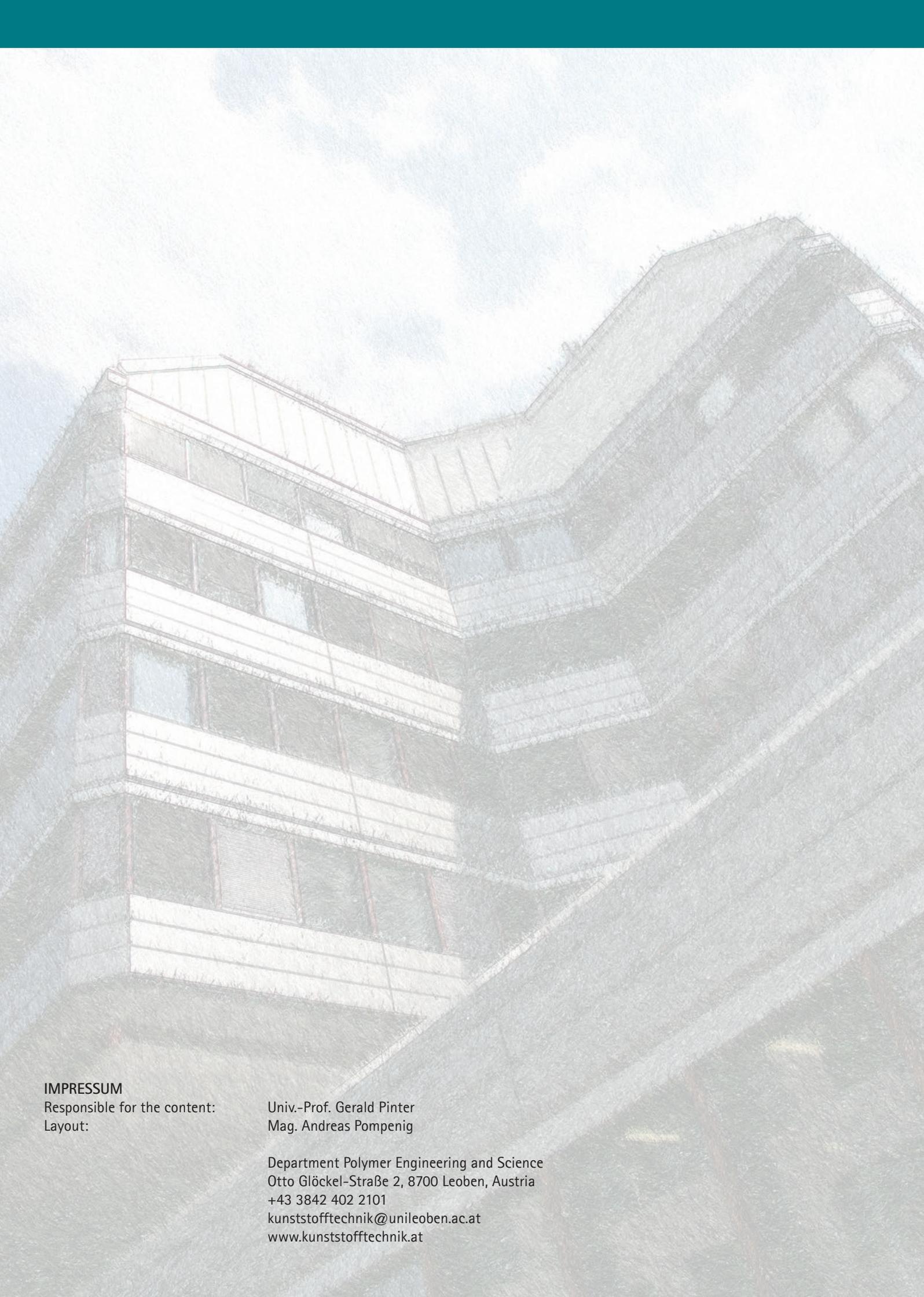




ZWEIJAHRESBERICHT BIENNIAL REPORT 2013 - 2014

 **KUNSTSTOFF
TECHNIK
LEOBEN**

www.kunststofftechnik.at



IMPRESSUM

Responsible for the content:
Layout:

Univ.-Prof. Gerald Pinter
Mag. Andreas Pompenig

Department Polymer Engineering and Science
Otto Glöckel-Straße 2, 8700 Leoben, Austria
+43 3842 402 2101
kunststofftechnik@unileoben.ac.at
www.kunststofftechnik.at

Inhaltsverzeichnis

Table of Contents

6

Department Kunststofftechnik

Department Polymer Engineering and Science



20

Forschung & Projekte

Research & Projects



48

Lehre

Academic Teaching



54

Kooperationen

Cooperation

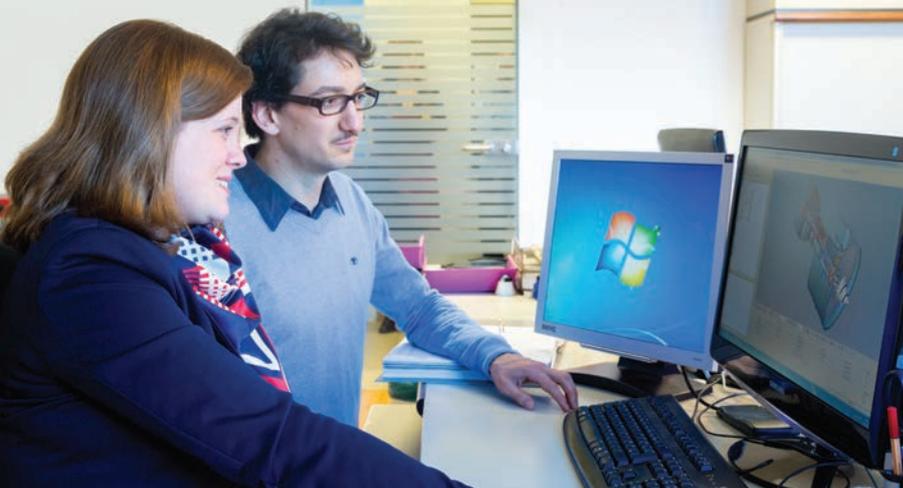


60

Veranstaltungen

Events





DEPARTMENTLEITUNG

Univ.-Prof. Dr. Gerald Pinter
gerald.pinter@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2101



Vorwort Preface

Der letzte Bericht über die Aktivitäten am Department Kunststofftechnik (2010 – 2012) war geprägt vom Zusammenschluss der Lehrstühle zum Department Kunststofftechnik und vor allem vom Umzug in das neue „Zentrum für Kunststofftechnik“ im Herzen von Leoben. Erstmals waren somit alle Lehrstühle in einem Haus vereint und die Überzeugung war groß, dass dadurch die Synergien zwischen den Lehrstühlen viel besser genutzt werden können und die Kunststofftechnik zu weiteren Höhenflügen ansetzen kann...

...und so ist es auch gekommen.

Die Jahre 2013 und 2014 haben gezeigt, dass die Gründung des Departments 2011 kein Lippenbekenntnis war, sondern dass die Lehrstühle der Kunststofftechnik dieses Miteinander auch bewusst leben. In den monatlichen Zusammenkünften tauscht sich das Professorenkollegium ausführlich aus und gemeinsame Aktivitäten werden abgestimmt. Wir freuen uns sehr, dass uns seit 1. September 2014 auch die erste Professorin im Bereich der Kunststofftechnik tatkräftig unterstützt. Frau Univ.-Prof. Dr. Clara Schuecker hat die Leitung des Lehrstuhls für Konstruieren in Kunst- und Verbundstoffen übernommen und die Nachfolge von em. o. Univ.-Prof. Dr. Rudolf Wörndle angetreten.

Durch viele gemeinsame Initiativen der Lehrstühle ist es gelungen, das Ausmaß der drittmittelfinanzierten Forschungsprojekte weiter zu steigern. Das spiegelt sich auch in der Mitarbeiterinnen- und Mitarbeiterstruktur wider: Insgesamt sind 119 Personen (88 Vollzeitäquivalente-VÄ) am Department beschäftigt, wobei 60 % (52 VÄ) davon drittmittelfinanziert sind. Insbesondere haben dazu die beiden Christian Doppler (CD) Labore mit den Schwerpunkten „Funktionelle Druckertinten auf Polymerbasis“ und „Hocheffiziente Composite Verarbeitung“ sowie die nachwievor enge Zusammenarbeit mit der Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL), einem der erfolgreichsten Comet-K1 Zentren in Österreich, beigetragen. In den Jahren 2013/2014 bestanden aktive Kontakte zu mehr als 150 Firmenpartnern und mehr als 100 wissenschaftlichen Institutionen auf der ganzen Welt. Ein deutliches Zeichen dafür, dass der eingeschlagene Weg der Leobener Kunststofftechnik in Richtung internationale Exzellenz weiter vorangetrieben werden konnte.

The last annual report about the activities of the Department of Polymer Engineering and Science (2010 – 2012) was shaped by the foundation of the department and in particular by the relocation of the chairs to the new Polymer Centre in the heart of Leoben. For the first time all chairs were located under one and the same roof. Everyone was convinced that thereby the teamwork would be strengthened and the Department would reach new heights...

... and this is exactly what happened.

The years 2013 and 2014 showed that the founding of the Department of Polymer Engineering and Science did not just pay lip service. On the contrary, the individual chairs started to work together passionately: In weekly meetings the heads of the chairs exchange ideas and endeavour to harmonise mutual activities. We are very proud to announce that on the 1st of September 2014 the first female professor in polymer science was appointed. Prof. Dr. Clara Schuecker took over the Chair for Designing Plastics and Composite Materials from em. o. Univ.-Prof. Dr. Rudolf Wörndle.

The chairs took initiative and managed to further increase the amount of third party funding. This also resulted in a growing number of staff: A total of 119 people are currently employed at the department of which 60% are third party funded. In particular, the two Christian Doppler laboratories for High Efficient Composite Processing and for Functional and Polymer Based Inkjet Inks as well as the Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL), one of the most successful Comet-K1 centres in Austria, contributed significantly to this success. In 2013 and 2014, we cooperated with more than 150 industrial and more than 100 scientific partners all over the world. This can be taken as a strong signal that the path chosen by the Department of Polymer Engineering and Science leads in the direction of international excellence.

In academics, a focus on internationality is absolutely essential. Although the courses held in the Bachelor's programme will continue to be in German, several lectures in the Master's and PhD programmes however will be offered in English. This is a necessary



Auch in der Lehre wird auf Internationalität gesetzt. Während im Bachelorstudium die Lehrveranstaltungen durchwegs in Deutsch abgehalten wurden und auch zukünftig werden, haben wir begonnen, im Master- und Doktoratsstudium englischsprachige Fach-Lehrveranstaltungen anzubieten. Das ist ein notwendiger Schritt, da die Anzahl insbesondere an nicht deutsch-sprechenden Doktorandinnen und Doktoranden ständig steigt.

Leider können wir das von den Anfängerzahlen des Bachelorstudiums Kunststofftechnik nur bedingt behaupten. Nur durch die engagierte Öffentlichkeitsarbeit des Departments ist es gelungen, die Zahlen im Bereich von knapp 50 zu halten. In vielen Gesprächen mit Schülerinnen und Schülern müssen wir immer wieder feststellen, dass Kunststoffe insbesondere wegen der Müllproblematik derzeit ein sehr negatives Image haben. Vor einiger Zeit habe ich in einem der wenigen sehr fundierten Artikel zu diesem Thema in der Tageszeitung „Die Presse“ eine sehr passende Aussage gefunden: „Nicht der Kunststoff ist das Problem, der Mensch ist es. Eine Plastik-Askese ist nicht nötig. Wohl aber, dass Menschen lernen, „überflüssiges“ Plastik zu meiden und gebrauchten Kunststoff richtig zu entsorgen. Auch ein „Plastic Planet“ kann ein guter Ort sein, wenn die Menschen wissen, wie sie mit dem Rohstoff umgehen.“ Dieses Wissen zu vermitteln ist unsere Aufgabe als Lehrende aber auch Aufgabe unserer verantwortungsvollen Absolventinnen und Absolventen der Kunststofftechnik.

Zufriedene Studierende, erfolgreiche Absolventinnen und Absolventen, gut besuchte und interessante Kolloquien und Veranstaltungen, innovative Forschungsprojekte und zahllose Publikationen und Vorträge haben die letzten zwei Jahre in Leoben geprägt und haben weiter auch dazu beigetragen die Kunststoffindustrie in Österreich im internationalen Wettbewerb zu stärken.

step as the number of international PhD candidates increases permanently.

Unfortunately, this does not apply to the number of first year students in Polymer Engineering and Science. Only with the help of committed public relation work, the department managed to maintain a number of almost 50 first year students. In many discussions with pupils and young people we had to realise that plastic has a really poor reputation. In particular, the problems of waste disposal and the pollution of the oceans with plastic waste contribute to this negative image. Not long ago I found an interesting statement in the Austrian newspaper “Die Presse” in one of the rare well-grounded articles about plastic: “Plastic is not the problem, but humans are. Plastic asceticism is not necessary, but humans need to learn how to avoid “unnecessary” plastic and how to correctly recycle plastic. A “Plastic Planet” can be a good place to live in when people understand how to use this material in a sustainable way.” To pass on this knowledge is not only the task of our teaching staff, but also the task of our responsible graduates.

Satisfied students, successful graduates, well-attended colloquiums and events, innovative research projects and numerous publications and oral presentations have shaped the last two years in Leoben. This further contributed to a strengthening of the Austrian plastic industry in the international competition.

Glück Auf!

Prof. Gerald Pinter



KAPITEL 1



KUNSTSTOFFTECHNIK LEOBEN

POLYMER ENGINEERING AND SCIENCE LEOBEN

1



AUF EINEN BLICK

- Mehr als 100 Kunststofftechnikerinnen & Kunststofftechniker
- Moderner Maschinenpark
- Ausgezeichnete Infrastruktur

- Partnerschaft mit Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL)
- Kooperationen mit internationalen Unternehmen & Universitäten seit mehr als 45 Jahren

Department Kunststofftechnik

Department Polymer Engineering and Science

Die Kunststofftechnik Leoben ist ein international anerkanntes Zentrum für Kunststoffe und kann auf mehr als 45 Jahre Erfahrung und Innovation zurückblicken.

Als anerkannter Partner von Industrie und Wirtschaft wird großer Wert auf die enge Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Unternehmen gelegt. Die gemeinsam mit der Industrie durchgeführten Forschungsprojekte (vom kleinen Dienstleistungsprojekt bis zum internationalen EU-Projekt) befassen sich mit der Herstellung, Verarbeitung und Anwendung von Kunststoffen sowie der Erforschung ihrer physikalischen, chemischen und technologischen Eigenschaften. Das Ziel ist die Erschließung neuer Anwendungsgebiete für Kunststoffe, die Auswahl bzw. Entwicklung eines für eine bestimmte Anwendung am besten geeigneten Kunststoffs, technologische Optimierungen der Verarbeitungsprozesse und die werkstoffgerechte Auslegung von Bauteilen.

Die sechs Lehrstühle der Kunststofftechnik Leoben verstehen sich als universelle Ansprechpartner. Dem Leitbild „Vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt“ entsprechend werden Dienstleistungen von der Chemie der Kunststoffe über die Werkstoffphysik und Werkstoffprüfung, das Konstruieren in Kunststoffen und die Kunststoffverarbeitung bis zum praktischen Einsatz von Kunststoff-Bauteilen und dem Recycling angeboten.

Neben Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten ist die Kunststofftechnik Leoben auch ein wichtiger Ausbildungspartner. Viele Kurse werden in Zusammenarbeit mit der Industrie angeboten. Die wichtigsten kunststofftechnischen Fachbereiche entlang der Wertschöpfungskette sind in das Ausbildungsprogramm der Studienrichtung Kunststofftechnik integriert. Diese fundierte Ausbildung, in Kombination mit dem sechsmonatigen Pflichtpraktikum, bereitet die Studierenden optimal auf das Berufsleben vor.

The Department of Polymer Engineering and Science at the Montanuniversität Leoben is an internationally recognized research institution which has been working in the field of polymer engineering and science for over 40 years.

Vitally important for this excellent reputation is the strong cooperation with international companies. Special attention is paid to collaborative projects ranging from local projects to international EU-projects. The Department of Polymer Engineering and Science comprises eight floors across a total area of 6,597 square meters. With its state-of-the-art research facilities, including more than 300 machines, it ticks all the boxes.

The Department of Polymer Engineering and Science consists of six chairs (professorships) which undertake high-quality research in the fields of chemistry of polymeric materials, designing plastics and composite materials, polymer processing, injection moulding of polymers, processing of composites and materials science and testing of polymers.

In addition to research and development, the Department of Polymer Engineering and Science is also well known for its excellent training and education. Due to the great importance and wide range of the utilization of polymeric materials and due to their still very high development potential, there is a great demand for technically and scientifically skilled polymer engineers.



LEHRSTUHLEITUNG

Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Kern
wolfgang.kern@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2301



Chemie der Kunststoffe

Chemistry of Polymeric Materials

Der Lehrstuhl für Chemie der Kunststoffe befasst sich in Forschung und Lehre mit den Themen makromolekulare Chemie, physikalische Chemie der Kunststoffe und molekulare Charakterisierung von Polymeren. Weiters werden spezielle Forschungsgebiete, darunter die Photochemie an Polymeren, die Oberflächen- und Grenzflächenchemie sowie die Technologie von funktionellen (Nano)Composit-Werkstoffen bearbeitet. Die personelle Grundausstattung des Lehrstuhls umfasst einen Universitätsprofessor, zwei Universitätsdozenten, einen Assistenzprofessor sowie vier allgemeine Bedienstete. Eine weitere wesentliche Säule des Lehrstuhls sind drittmittelfinanzierte Forschungsprojekte. Aus diesen Drittmitteln werden zusätzliche 17 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (= 13,1 Vollzeitäquivalente) am Lehrstuhl beschäftigt (2014). Darüber hinaus tragen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL), die ihre Forschungsarbeit am Lehrstuhl ausführen, entscheidend zum Erfolg bei.

Schwerpunkte:

- Photochemie an Polymeren (Synthese und Photostrukturierung UV-reaktiver Polymere, lichtinduzierte Polymerisation, optische Strukturen)
- Christian Doppler Labor für Funktionelle Druckertinten auf Polymerbasis
- Vernetzte Polymere (thermische und strahlungsinduzierte Härtung / Vernetzung von Polymeren und Compositen)
- Oberflächenmodifizierung und -funktionalisierung von Kunststoffen (Corona- und Plasmaaktivierung, UV-Aktivierung, Aufbringung von Beschichtungen)
- Funktionalisierung von anorganischen Oberflächen, z.B. oxidische Füllstoffe, Fasern, Metalle, mit organischen Gruppen („self-assembled monolayers“, Silankopplungen etc.)
- Molekulare Charakterisierung von Polymeren (Größenausschluss-Chromatographie, Trenn- und Fraktioniertechniken, Spektroskopie etc.)

Regarding education and science, the Chair in Chemistry of Polymeric Materials is active in the fields of macromolecular chemistry, physical chemistry of polymers, and molecular characterization of polymeric materials. Moreover, specific topics such as photochemistry of polymers, surface and interface chemistry as well as the technology of functional (nano-) composites are addressed. The basic personnel infrastructure comprises one full professor, two associate professors, one assistant professor as well as four additional staff members. Third party funding is an essential resource for the scientific activity of the chair. From publicly funded projects and contractual research, additional 17 employees (13.1 FTE, status 12/2014) are financed. Moreover, several employees of PCCL perform their research work at the chair, and thus contribute to the overall success.

The main research topics are:

- Photochemistry of polymers (synthesis and photopatterning of UV reactive polymers, light-induced polymerization, optical structures)
- Christian Doppler Laboratory for Functional and Polymer based Inkjet Inks
- Cross-linked polymers (thermal and radiation assisted cross-linking / curing of polymers and composite materials)
- Surface modification and activation of polymers (plasma, corona, UV; functional coatings)
- Functionalization of inorganic surfaces such as oxidic fillers, fibres, and metals with organic groups (self-assembled monolayers, silane coatings etc.)
- Molecular characterization of polymers (size exclusion chromatography, fractionation techniques, spectroscopy etc.)



LEHRSTUHLLEITUNG

Univ.-Prof. Dr. Clara Schuecker
 clara.schuecker@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2501



Konstruieren in Kunst- und Verbundstoffen

Designing Plastics and Composite Materials

Der Neustart des Lehrstuhls durch die Berufung von Prof. Schuecker wird für eine Neuausrichtung in Forschung und Lehre genutzt. Dafür wurden die Lehrstuhllabors abgegeben. Stattdessen ist derzeit der Aufbau einer leistungsstarken EDV in Planung, die auch für komplexe Problemstellungen im Bereich Finite Elemente Simulation (Stichwort: Crash-Simulation) geeignet ist.

Die Forschung des Lehrstuhls wird auch in Zukunft in der anwendungsorientierten Grundlagenforschung positioniert sein mit dem Ziel, vorhandene Lücken zwischen wissenschaftlicher Forschung und industrieller Praxis zu schließen und den sich stetig verändernden Prozesstechniken sowie Material- und Bauteilanforderungen Rechnung zu tragen:

- Materialmodellierung und Versagensbewertung
 - auch für 3D-Textilverstärkung
 - neue Faser- und Matrixmaterialien
 - Berücksichtigung von 3-achsigen Spannungszuständen
 - Standardisierung von Berechnungsmethoden
- Mehrskalenmodellierung von komplexen Strukturen
- Realistische Bauteilsimulation bei komplexen Belastungen
- Werkstoffgerechtes Bauteildesign & Strukturoptimierung
- Ermüdungsverhalten von Verbundwerkstoffen

Als Querschnittsthema ist diesen Forschungsschwerpunkten der methodische Zugang über die Finite Elemente Methode in Kombination mit Optimierungsmethoden oder analytischen Ansätzen gemein. Im Sinne der praktischen Anwendbarkeit ist die Modellbildung primär auf der Laminat- oder der Strukturebene angesiedelt, während mikromechanische Betrachtungen im Hintergrund stehen. Es wird ein interdisziplinärer Forschungsansatz mit enger Zusammenarbeit von Produktion, Prüfwesen, Konstruktion und Berechnung verfolgt, welcher durch die ausgezeichnete Einbettung im Department Kunststofftechnik ermöglicht wird.

With the appointment of Prof. Schuecker as the new professor for Designing Plastics and Composite Materials, the chair adopts a new course with a strong focus on research and teaching activities. As a result, labs formerly belonging to the chair were given to other institutes. Instead, the planning of a high-performance computing infrastructure suitable for complex problems in the field of finite element simulation (keyword: crash simulation) is currently under way.

The research focus of the chair will remain on fundamental research with special regard to practical application. The aim is to close existing gaps between scientific research and industrial practice, reflecting the constantly changing process technologies and requirements for materials and components:

- Material modelling and failure analysis
 - also for 3D textile reinforcements
 - new fibre and matrix materials
 - consideration of 3-axial stress states
 - standardization of analysis methods
- Multi-scale modelling of complex structures
- Realistic structural analysis under complex loading
- Material-appropriate structural design and optimization
- Fatigue behaviour of composite materials

The cross-sectional topic these research areas have in common is the methodological approach using the finite element method in combination with optimization techniques or analytical approaches. In view of the goal of practicality, modelling is primarily based on the laminate or structural level, while micromechanical modelling approaches will be less prominent. Furthermore, an interdisciplinary research approach will be followed with close interaction of production, testing, construction and calculation which is made possible by the excellent embedding of the Chair within the Department of Polymer Engineering and Science.



LEHRSTUHLEITUNG

Univ.-Prof. Dr. Clemens Holzer
 clemens.holzer@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 3501



Kunststoffverarbeitung

Polymer Processing

Der Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung beschäftigt sich seit über 40 Jahren mit den vielfältigen Aspekten der Kunststoffverarbeitung. Das bestens ausgestattete Technikum mit modernen Maschinen und Anlagen ist international herausragend. Dadurch wurde eine umfassende Erfahrung und spezielles Know-How vor allem in den folgenden Gebieten der Kunststoffverarbeitung aufgebaut:

Spritzgießen

- Sensorik und Aktorik in Spritzgieß-Werkzeugen
- Qualitätskonzepte für das Spritzgießen
- Mikro- und nanostrukturierte Oberflächen
- Entformungsverhalten
- Hochtemperatur-Thermoplaste

Extrudieren

- Mehrschichtextrusion
- Schäumen
- Verfahrensoptimierung und Materialentwicklung für 3D-Druck
- Regelkonzepte für die Steigerung der Qualität

Compoundieren

- Entwicklung neuer Compounds
- Verbesserung der Flammbeständigkeit (halogenfrei)
- Recycling von technischen Kunststoffen
- Biopolymere

Simulation

- Simulation beim Spritzgießen, Extrudieren, Thermoformen
- Einfluss von Stoffdaten auf Simulationsergebnisse
- Modellierung und Simulation von Schnecken, Düsen und Mixern

Stoffdatenbestimmung

- Rheologische und thermodynamische Stoffdaten für FEM-Simulationen
- Rheologie von hochgefüllten Polymersystemen
- Charakterisierung des Fließverhaltens von PIM-feedstocks

The Chair of Polymer Processing looks back on more than 40 years of great achievements in the field of polymer processing. The chair addresses current research topics such as nanotechnology, waste utilization and energy savings. Numerous successful national and international projects devoted to basic as well as applied research have generated a broad base of knowledge in different polymer processing techniques. Areas of research emphasis include:

Injection Moulding

- Sensor and actuator technologies in moulds
- Quality management
- Micro- and nano-structured surfaces
- Measuring of demoulding forces
- High temperature thermoplasts

Extrusion

- Multilayer extrusion
- Foaming
- Optimization of processes and material for 3D printing
- Development of control strategies for high quality

Compounding

- Development of tailor-made compounds
- Halogen-free flame retardants
- Recycling of technical thermoplasts
- Biopolymers

Simulation

- Simulation in injection moulding, extrusion, thermoforming
- Importance of material data on simulation results
- Modelling of screws, dies, and mixing elements

Material Data Measurement

- Rheological and thermodynamical data for FEM-simulations
- Rheology of highly filled polymer systems
- Characterization of the flow behaviour of PIM-feedstock



LEHRSTUHLEITUNG

Univ.-Prof. Dr. Walter Friesenbichler
 walter.friesenbichler@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2901



Spritzgießen von Kunststoffen

Injection Moulding of Polymers

Die Spritzgießtechnik nimmt innerhalb der Kunststoffwirtschaft eine besondere Position ein. Sie ist in vielen Branchen Technologietreiber und weist unter den Kunststoffverarbeitungsverfahren das höchste Innovationspotential auf.

Wir, der Lehrstuhl für Spritzgießen, sehen unsere Aufgabe darin, diese Technologie hinsichtlich Simulation, Prozessführung und höchste Wirtschaftlichkeit weiterzuentwickeln, die Ergebnisse unserer Forschung an die Industrie und Wirtschaft weiterzugeben und so für die Gesellschaft nutzbar zu machen. Im Bereich der Lehre ist es unsere Aufgabe, den Studierenden das Fachwissen auf dem Gebiet des Spritzgießens so zu vermitteln, dass sie dieses in ihrer späteren Tätigkeit in Industrie und Wirtschaft erfolgreich einsetzen können.

Schwerpunkte:

- Systematische Entwicklung von Spritzgussteilen und –systemen mit besonderer Berücksichtigung der Simulation
- Spritzgusssimulation für Thermoplaste und Elastomere
- Prozessoptimierung im Hinblick auf einen robusten Prozess
- Spritzgießcompoundieren und Materialentwicklung von Polymer Nanocomposites
- Variothermes Spritzgießen
- Elastomerspritzgießen
- Expansionspritzgießen
- Praktische Messung von Viskositätsdaten für Kautschukmischungen
- Benetzungsverhalten von Polymerschmelzen
- Oberflächenstrukturen und Erscheinungsbild von Spritzgießteilen (in Kooperation mit dem PCCL)
- Reibung und Verschleiß in der Kunststoffverarbeitung

The injection moulding (IM) technology plays an important role within the plastics industry. Being the technology driver in many branches, injection moulding shows by far the highest potential for innovation among the plastics processing technologies.

We at the institute of Injection Moulding of Polymers at the Department of Polymer Engineering and Science see our responsibility in contributing to the further development of this technology towards its highest economic efficiency. We focus on IM simulation, process control, special technologies and part inspection. We also regularly publish our results within the scientific community and the plastics industry, including SMEs. In academic and post graduate education, our main task is to teach our students in IM fundamentals, IM simulation and process control as well as in applied technologies in order to prepare them for a successful industrial career.

Our main research topics are:

- Systematic design of injection moulded parts and systems with special focus on simulation techniques
- Injection moulding simulation for thermoplastics and rubber compounds
- Process optimization with focus on robust process control
- Injection moulding compounding and material development of polymer nanocomposites
- Rapid heat cycle moulding
- Rubber injection moulding
- Expansion injection moulding
- Practical viscosity measurement of rubber compounds
- Wetting behaviour of polymer melts
- Characterization of surface topography and visual appearance (in cooperation with PCCL)
- Friction and wear analysis on plastics tool steels



LEHRSTUHLEITUNG

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski
ralf.schledjewski@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2701



Verarbeitung von Verbundwerkstoffen

Processing of Composites

Verbundwerkstoffe bilden eine hervorragende Basis, um Leichtbaulösungen umzusetzen und können damit zur Ressourcenschonung beitragen. Der sinnvolle Einsatz von Verbundwerkstoffen stellt einen Schlüssel für die zukunftsorientierte und nachhaltige Entwicklung unserer Gesellschaft dar. Dies ist die Vision, der sich die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Lehrstuhls verpflichtet sehen und der sie durch ihr persönliches Engagement wertvolle Beiträge leisten wollen. Die Mission des Lehrstuhls ist folglich die Entwicklung von Verarbeitungstechnologien zur Herstellung von polymerbasierten Faserverbundwerkstoffen. Dafür bearbeiten wir folgende Forschungsschwerpunkte:

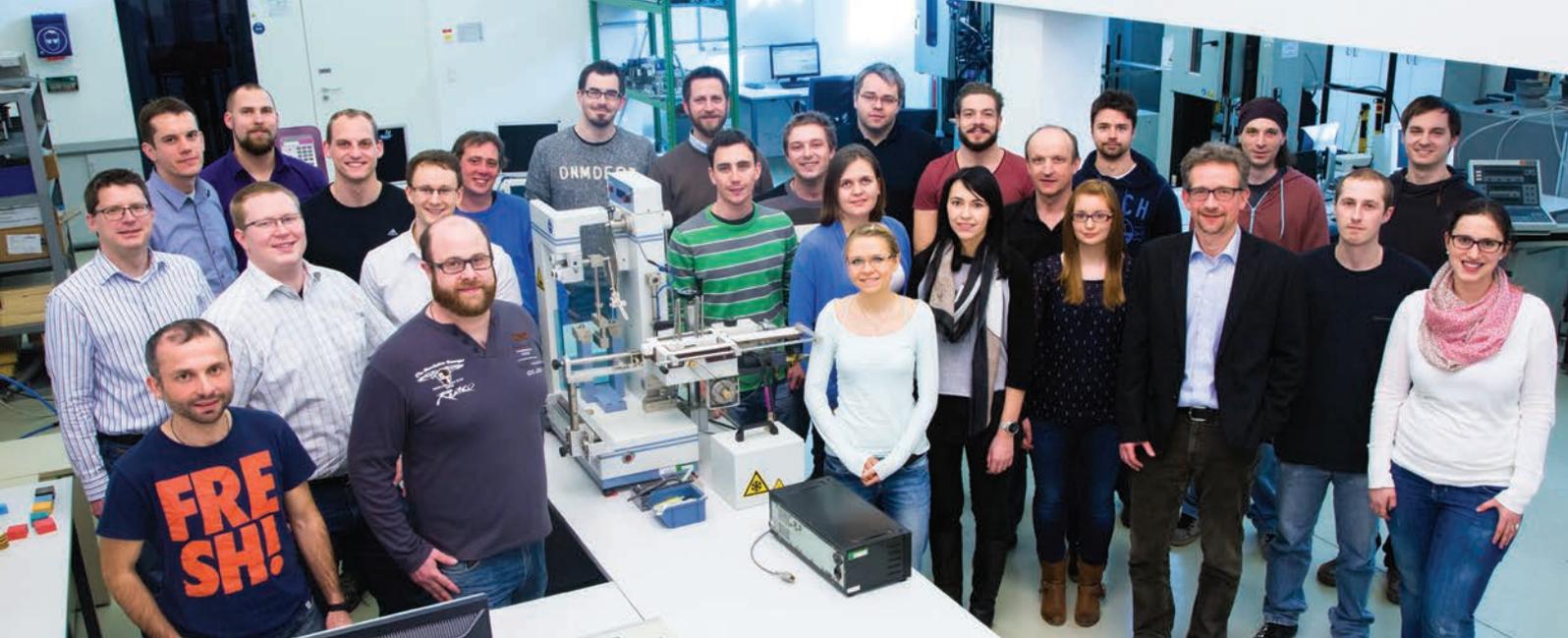
- Prozessentwicklung
- Wechselwirkung Prozess-Materialstruktur-Bauteileigenschaften
- Prozessmodelle und Prozesssimulation
- Prozessautomation
- Prozessoptimierung
- Wirtschaftlichkeitsbewertung

Die Jahre 2013 und 2014 waren für den Lehrstuhl 24 äußerst spannende Monate. Neben der Fortführung der seit Gründung 2010 laufenden Aufbauarbeiten, war die Entwicklung im Projektbereich und damit einhergehend die personelle Verstärkung prägend. Mit insgesamt drei national und zwei europäisch geförderten Projekten im betrachteten Zeitraum waren im Dezember 2014 insgesamt 19 Personen (15,1 VZÄ) am Lehrstuhl (inklusive dem Christian Doppler Labor für Hocheffiziente Composite Verarbeitung) beschäftigt. Damit war die Basis gegeben, um in insgesamt nahezu 50 Publikationen die Arbeitsergebnisse der Gruppe der Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Composite materials are the best choice for lightweight solutions and thus greatly contribute to resource conservation. A meaningful use of composite materials is the key for a forward-looking and sustainable development of our society. Putting this vision into practice has therefore become the goal to which the employees of the Chair of Processing of Composites have dedicated their individual work. As a result, the mission of the chair is the development of processing techniques of polymer-based fibre reinforced composite materials. Accordingly, the main research topics are:

- Process development
- Relationship process - material structure - component properties
- Process modelling and process simulation
- Process automation
- Process optimization
- Economic assessment

The years 2013 and 2014 have proven to be very decisive and exciting 24 months. Besides the ongoing set-up of infrastructure, also the acquisition of project funding and the resulting increase of staff have marked important steps during this time. In total three nationally and two European funded projects built the foundation for the 19 person staff (15,1 FTE) as of December 2014. This project group includes the staff of the chair and the staff of the Christian Doppler Laboratory for High Efficient Composite Processing. The basis has thus been established to make it possible to present the work results in nearly 50 publications to the public.



LEHRSTUHLEITUNG

Univ.-Prof. Dr. Gerald Pinter
 gerald.pinter@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2101



Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe

Materials Science and Testing of Polymers

Der Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe agiert als Bindeglied zwischen der Materialsynthese und -modifikation einerseits und der Kunststoff- und Verbundwerkstoffverarbeitung sowie der Konstruktion und Bauteilauslegung andererseits. Der Lehrstuhl ist mit einem Universitätsprofessor, einer Assistenzprofessorin, einem Senior Researcher, zwei Universitätsassistenten und drei allgemeinen Bediensteten ausgestattet. Zusätzlich beschäftigt das WPK über drittmittelfinanzierte Forschungsprojekte 21 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (12 Vollzeitäquivalente - Stand 2014).

Die generellen Forschungsziele des WPK beruhen auf zwei wesentlichen Ansätzen:

- Aufstellung von Struktur-Eigenschafts-Performance Zusammenhängen in polymeren Werkstoffen in allen Größenordnungen (molekular-nano-mikro-meso-makro) mit dem Ziel einer Materialoptimierung und -entwicklung
- Modellierung und Vorhersage von Struktur- und Funktionseigenschaften mit dem Ziel des Designs und der Optimierung von Bauteilen

Die Ausrichtung der Forschung erfolgt insbesondere unter den Aspekten von Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung durch Verknüpfung von Werkstoff- und Energieeffizienz.

Diese übergeordneten Forschungsschwerpunkte des WPK bilden sich in folgenden Arbeitsbereichen ab:

- Morphologie und Strukturanalyse (Mikroskopie, Thermoanalyse, Spektroskopie, Röntgenanalyse)
- Mechanisches Verhalten (Kriechen, Crash und Impact, Ermüdung, Bauteilprüfung, Bruchmechanik)
- Thermische und optische Eigenschaften
- Alterung (Temperatur, Medien)
- Materialgesetze, Versagenskriterien, Lebensdauer-Modellierung

The Chair of Materials Science and Testing of Polymers (WPK) is acting as a link between material synthesis and modification, component design and processing. The personnel consist of one professor, one assistant professor, one senior researcher, two university assistants, two technicians and a secretary. Additionally, the WPK employs 21 researchers and technicians (12 full time equivalents, 12/2014) that are financed by third party funding.

The main research goals of the WPK are based on two fundamental approaches:

- Establishing structure-property-performance relationships in polymeric materials on all size scales (molecular-nano-micro-meso-macro) with the goal of material optimization and development
- Modelling and prediction of structural and functional properties with the goal of designing and optimizing components

Our research is based on the premises of saving resources and achieving sustainability by combining material and energy efficiency. The above described research goals of the WPK are thus represented in following fields of research:

- Morphology and structural analysis (microscopy, thermo-analysis, spectroscopy, X-ray analysis)
- Mechanical behaviour under complex loading (creep, crash and impact, fatigue, component testing, fracture mechanics)
- Thermal and optical properties
- Ageing (temperature, environment)
- Material laws, failure criteria, life-time modelling



Dienstleistungen Services

Dem Leitbild „Vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt“ entsprechend werden Dienstleistungen von der Chemie der Kunststoffe über die Werkstoffphysik und Werkstoffprüfung, das Konstruieren in Kunststoffen und die Kunststoffverarbeitung bis zum praktischen Einsatz von Kunststoffbauteilen und dem Recycling angeboten.

Materialdaten

- Stoffdatenbestimmung: Thermoplaste, Elastomere, WPC und PIM-Feedstocks für die Prozesssimulation

Prozesse und Simulation

- Systematische Bauteilauslegung
- Prozessentwicklung und robuste Prozessführung
- Spezielle Verarbeitungsverfahren wie Spritzgießcompoundieren oder Expansionsspritzguss und Exjection

Prüfung und Analyse

- Charakterisierung und Identifizierung von Polymeren
- Morphologie- und Strukturanalyse
- Mechanische und physikalische Werkstoffprüfung
- Oberflächenanalytik
- Bauteilprüfung und Schadensanalyse
- Materialauswahl und Materialentwicklung

Nachhaltigkeitsmanagement

- Prozessanalysen
- Ökobilanzen

Weitere umfassende Kooperationsmöglichkeiten (z. B. Antragstellung für Fördergelder), Beratung und Schulungen.

Our research focus is on the development and selection of suitable polymeric materials for new applications, the design and construction of plastic components and composites, the development, optimization and application of suitable processing technologies, chemical analyses, physical, mechanical and other technical examinations, the testing of application properties, the determination of quality criteria, production and planning tasks and feasibility studies.

Material data

- Material data for simulation, thermoplastics, rubbers and elastomers, WPC and PIM-Feedstocks

Processes and Simulation

- Component design
- Process development and robust process management
- Special processing procedures such as injection moulding compounding, expansion injection moulding and exjection

Testing and Analysis

- Polymer testing and identification
- Morphological and structural analysis
- Mechanical and physical material testing
- Surface analysis
- Component testing and failure analysis
- Material selection and material development

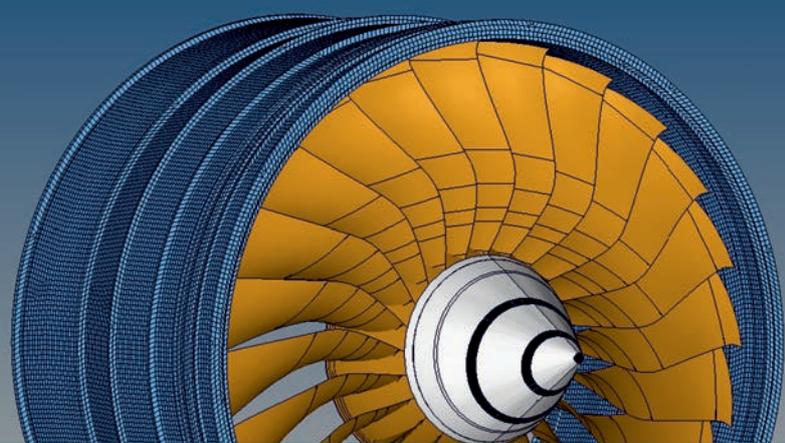
Sustainability

- Process analysis
- Life cycle assessment

Various options of cooperation, consulting and customer-specific training.

Vom Molekül zum Bauteil





Neue Professorin für Konstruieren in Kunst- und Verbundstoffen New Professor for Designing Plastics and Composite Materials

An der Montanuniversität gefällt Univ.-Prof. Dr. Clara Schuecker, die mit 1. September 2014 den Lehrstuhl für Konstruieren in Kunst- und Verbundstoffen am Department Kunststofftechnik übernahm, die solide Grundlagenausbildung gepaart mit den guten Kontakten zur Industrie. Die intensive Vernetzung von Wissenschaft und Industrie ist ihr ein großes Anliegen, da in vielen Fällen die universitäre Forschung und industrielle Praxis weit auseinander liegen. Eine Erfahrung basierend auf ihren langjährigen Tätigkeiten in der Wirtschaft und an verschiedenen Forschungseinrichtungen, wo sie sich mit der Materialmodellierung und Bauteilsimulation für Verbundwerkstoffe beschäftigte. „Obwohl zum Beispiel auf wissenschaftlicher Seite große Fortschritte in der Materialmodellierung erzielt wurden, sind theoretische Vereinfachungen in der Praxis oft nicht gültig und vorhandene Methoden daher nicht oder nur eingeschränkt anwendbar“, erklärt Schuecker.

Auch die Vernetzung der verschiedenen Disziplinen der Kunststofftechnik durch gute Zusammenarbeit mit den Kolleginnen und Kollegen am Department ist Schuecker sehr wichtig. Im Sinne einer besseren Aufgabenteilung wurde der Lehrstuhl neu strukturiert und die Lehrveranstaltungen entsprechend adaptiert. Drei neu eingestellte Universitätsassistentinnen und Universitätsassistenten gewährleisten den zügigen Neustart des Lehrstuhls.

Zur Person

Schuecker (Jahrgang 1974) studierte Maschinenbau an der TU Wien und beschäftigte sich anschließend vorerst wissenschaftlich mit dem mechanischen Verhalten von Verbundwerkstoffen sowie deren Modellierung und Simulation. Im Zuge der wissenschaftlichen Tätigkeit absolvierte sie mehrjährige Auslandsaufenthalte in den USA an der Syracuse University und am NASA Langley Research Center. Mit ihrer Rückkehr nach Österreich im Jahr 2009 näherte sie sich dem Thema Verbundwerkstoffe von industrieller Seite mit der Gründung eines Ingenieurbüros, das schwerpunktmäßig vor allem in Forschungs- und Entwicklungsprojekten der Luftfahrtindustrie tätig war. Als passionierter Eishockeyspielerinnen spielen Verbundwerkstoffe und Teamwork bei Schuecker auch privat eine große Rolle.

Univ.-Prof. Dr. Clara Schuecker, who is the new professor for Designing Plastics and Composite Materials since September 1st, 2014, especially appreciates the sound fundamental education the students receive at the Montanuniversität in combination with the excellent industry contacts. The cooperation of scientific research and applied industrial practice is particularly important to her because they often tend to drift apart. „Although, for example, significant progress has been achieved on the scientific side in material modelling, these methods are often not appropriate in industrial applications as some of the theoretical assumptions are not valid for structural parts with complex geometries“, she explains This observation is based on her many years of working experience, in both industry and research where Prof. Schuecker specialized in material modelling and simulation of components made from composite materials.

The integration of the various disciplines of polymer engineering and the cooperation with the other five chairs at the Department is also of great importance to Prof. Schuecker. For an improved focus on the Chair's activities and a better task sharing of the research areas between the different disciplines, the Chair of Designing Plastics and Composite Materials has been newly structured and its lectures adapted accordingly. With three new university assistants the chair's staff is now ready for a swift restart.

About the Professor

Schuecker (born 1974) studied Mechanical Engineering at the Vienna University of Technology. She conducted her scientific research on the mechanical behaviour of composites and their modelling and simulation not only in Austria, but also several years in the USA at Syracuse University and the NASA Langley Research Center. After her return to Austria in 2009, Schuecker founded a consulting company for composite engineering and worked primarily in research and development projects for the aeronautics industry. Being a passionate ice hockey-player, composites and teamwork play a big role even in Schuecker's private life.



HIGHLIGHTS

- www.kunststofftechnik/spritzgießen
- Gesamtumsatz 2014: ca. € 890.000
- 18 MitarbeiterInnen
- Umfangreiche Ausstattung

- 2 Dissertationen
- 11 Masterarbeiten und 10 Bachelorarbeiten
- 28 Konferenzbeiträge
- 71 wissenschaftliche Arbeiten (Fachjournale)

Entwicklung des Lehrstuhls für Spritzgießen

Der Lehrstuhl wurde im Juli 2010 eingerichtet und hat sich von anfangs 5 auf derzeit 18 (9,3 VZÄ) Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter entwickelt. Zusätzlich werden 5 PCCL-Dissertanten betreut. Bei einem Gesamtumsatz Ende 2014 von knapp € 890.000 betrug der Drittmittelanteil 50 %.

Durch inneruniversitäre Vernetzung und interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Lehrstühlen und Instituten der Montanuniversität werden Synergien zwischen den Fachbereichen Maschinenbau (Bauteilauslegung, Lebensdauervorhersage), Physik (Oberflächencharakterisierung), Automation (Oberflächeninspektion), Aufbereitung (mineralische Füllstoffe) und der Spritzgießtechnik genutzt, um die Stärkefelder des Lehrstuhls auszubauen. National kooperiert der Lehrstuhl intensiv mit dem Polymer Competence Center Leoben (PCCL) und in einem ersten Projekt mit dem Institut für Extrusion und Compounding an der Johannes Kepler Universität in Linz. Internationale Kooperationen bestehen mit der „National Technical University of Athens“ (viskoelastische Materialmodellierung), dem IKV an der RWTH Aachen (Kautschukspritzgießen, robuste Prozessführung, flexible Produktion), dem Institut für Kunststofftechnik an der Universität Stuttgart (Spritzgießcompoundieren, Biopolymere), dem Forschungszentrum AITIP und der Universität in Zaragoza, Spanien (systematische Bauteilentwicklung, flexible Produktion), der Universität Guimaraes in Portugal (Reibverhalten von Kunststoffen), der Universität Ghent in Belgien und dem Forschungszentrum TECOS in Slowenien. An den laufenden Forschungsprojekten sind insgesamt 20 in- und ausländische Unternehmen beteiligt.

In die technisch-wissenschaftliche Ausstattung des Lehrstuhls wurde seit Gründung aus Investitionsmitteln des Bundes und

des Landes Steiermark insgesamt ca. 1,4 Mio € investiert. Eine detaillierte Darstellung der Ausstattung ist auf der Homepage zu finden. Der Lehrstuhl verfügt über 3 Spritzgießmaschinen (Schließkräfte 1800, 1300 und 1100kN) und eine Kautschukspritzgießmaschine (1600 kN) sowie verschiedene Spritzgießwerkzeuge (ISO-Probekörperwerkzeug, Thermoplast- und Kautschuk-Spritzgießrheometerwerkzeug, Variotherm- und Reibversuch-Werkzeug, Versuchswerkzeug mit Aktuatorik, Versuchswerkzeuge für Kautschukspritzgießen). Zudem sind ein Spritzgießcompounder mit Leistritz Compoundanlage ZSE27 MAXX – 44D-52D, ein Gummi Rheovulkameter MonTech D-RPA 3000 sowie ein Hochtemperatur-Kontaktwinkelmessgerät Krüss DSA100S verfügbar. In der Simulation wird mit den Softwarepaketen Creo 2.0, CADMOULD 3D-F[®] samt virtueller Bauteil- und Prozessoptimierung Varimos[®], Sigmasoft[®] und Comsol[®] gearbeitet. Besonderer Dank gilt den Firmen Engel Austria GmbH, Wittmann Battenfeld GmbH, Maplan GmbH sowie PIOVAN Central Europe GmbH für die kostenlose Leihgabe von Spritzgießmaschinen und Peripheriegeräten.

Die aktive Forschungstätigkeit des Lehrstuhls im Berichtszeitraum spiegelt sich wider in 2 abgeschlossenen Dissertationen, 11 Master- und 10 Bachelorarbeiten, 28 Konferenzvorträgen, 71 wissenschaftlichen Arbeiten in Fachjournalen und 10 laufenden Projekten. Beispiele hierzu bei den Projektbeschreibungen zu Elastomerspritzgießen und Spritzgießcompoundieren.



Progress of the Chair of Injection Moulding of Polymers

The Chair of Injection Moulding of Polymers was established in July 2010 and has since grown from five employees to a staff of 18. Additionally, five PhD students from the Polymer Competence Center Leoben (PCCL) are supervised as well. At the end of 2014, the total turnover amounted to approx. € 890,000. 50% of this turnover originate from third-party funds.

Due to a strong interdisciplinary cooperation between the different chairs and institutes of the Montanuniversität Leoben, the Chair of Injection Moulding works closely together with the Chair of Mechanical Engineering (component design, lifetime prediction), the Institute of Physics (surface characterisation), the Chair of Automation (surface inspection) and the Chair of Mineral Processing (mineral fillers). These synergies greatly strengthen and advance the excellence of the Chair of Injection Moulding. On a national level the chair closely cooperates with the PCCL and also carried out the first project with the Institute for Extrusion and Compounding at the Johannes Kepler University in Linz. Internationally speaking, the chair collaborates with various universities and institutes. Among them are: the National Technical University of Athens (viscoelastic material modelling), the Institute of Plastics Processing in Industry and the Skilled Crafts at RWTH Aachen University (rubber injection moulding, robust processing, flexible production), the Institut für Kunststofftechnik at the University of Stuttgart (injection-moulding compounding, biopolymers), the Aitiip Technology Centre in Spain, the University of Zaragoza (systematic component development, flexible production), the University of Minho in Guimares/Portugal (friction performance), the Ghent University in Belgium and the research centre TECOS in Slovenia. In the ongoing projects, also 20 national and international companies are involved.

Since the foundation of the Chair of Injection Moulding in 2010, more than 1.4 Million Euros have been invested in technical equipment by the Austrian government and the regional government of the province of Styria. A comprehensive description of the equipment can be found on the homepage of the Department. The Chair of Injection Moulding has three injection moulding machines (closing force 1800, 1300 and 1100 kN) and a rubber injection moulding machine (1600 kN) as well as various moulds (ISO test specimen moulds, rheometer moulds for thermoplastics and rubbers, rapid heat cycle injection mould, friction test injection mould, actuator injection mould, test moulds for rubber injection moulding). Moreover, an injection moulding compounder containing a ZSE27 MAXX 44D-52D compounder and a fully-electric 1800kN injection moulding machine, a rubber process analyser MonTech D-RPA 3000 as well as a high temperature contact angle measurement device Kruss DSA100-HT400 is available. The software used for simulation includes: Creo 2.0, Sigmasoft®, Comsol®, and CADMOULD 3D-F® including Varimos® (for part and process optimization). Special thanks to Engel Austria GmbH, Wittmann Battenfeld GmbH, Maplan GmbH as well as PIOVAN Central Europe GmbH for the cost-free lending of injection moulding machines and peripheral devices.

In the years 2013 and 2014, two dissertations, eleven Master's theses and eleven Bachelor's theses have been completed. Furthermore, 28 conference presentations were held, 71 articles in scientific journals written and 10 projects accomplished. Further examples for the successful work of the chair (rubber injection moulding and injection moulding compounding) can be found in the project section of this report.



HIGHLIGHTS

- www.kunststofftechnik.at/verbundwerkstoffe
- Neue Großgeräte
- 5 Schwerpunktlabore:
 - ContiLab
 - LCMLab
 - PressLab
 - AutoLab
 - SimLab

Entwicklung des Lehrstuhls für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen

Der neu geschaffene Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen hat als sechster Lehrstuhl die Aufstellung der Kunststofftechnik an der Montanuniversität Leoben weiter abgerundet. Polymere Verbundwerkstoffe zeigen seit vielen Jahren ein überdurchschnittliches Wachstum in vielfältigen Anwendungsbereichen. Die Verarbeitungstechnik muss diesem Wachstum Rechnung tragen und effiziente Prozesstechnologien bereitstellen, die sowohl eine Großserientauglichkeit besitzen, als auch über einen hohen Grad der Automation verfügen und damit deren Einsatz in Hochlohnländern ermöglicht.

Vor diesem Hintergrund hat sich der Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen in seiner Schwerpunktzusammensetzung positioniert. Fünf Schwerpunktlabore, drei prozesstechnisch ausgerichtet und zwei auf übergeordnete Aspekte fokussiert, wurden aufgebaut. Im „ContiLab“ geht es um Verarbeitungsverfahren zur Herstellung gerichtet und kontinuierlich verstärkter Polymere. Als sehr vielfältig einzusetzende Technologie steht hier die Legetechnik im Mittelpunkt. Mit einer intelligenten Legetechnik lassen sich sowohl definiert aufgebaute Binderpreforms für die Weiterverarbeitung in einem Infiltrationsverfahren, klassische Prepreg-Laminare für eine nachfolgende Konsolidierung in einem Ofenprozess als auch in situ konsolidierte Bauteile fertigen. Ergänzend sind weitere Verfahren installiert, wie z.B. kontinuierliche Profilmittelfertigungsverfahren und Wickelprozesse. Neben der Untersuchung der Wechselwirkung von Prozess und Eigenschaften im Bauteil ist eine Fokussierung auf Fragestellungen der Automation gegeben. Im „LCMLab“ geht es um Verarbeitungsverfahren und zugehörige Prozessschritte, bei denen mittels Flüssigimprägnierung vorgefertigte trockene Verstärkungsstrukturen, sogenannte Preforms, mit Harz getränkt und anschließend ausgehärtet werden. Im „PressLab“ wird die presstechnische Verarbeitung von faserverstärkten

Polymeren untersucht. Neben der Formpress- und Umformtechnik soll auch Sonderverfahren wie z.B. der Vakuumpresstechnik besondere Beachtung geschenkt werden. Im „AutoLab“ werden die thematisch und inhaltlich komplexen Fragestellungen der Prozessüberwachung und -automation bei der Verarbeitung von polymeren Verbundwerkstoffen untersucht. Die Automation ist als Schlüsselfaktor für die Großserienfertigung zu verstehen. Bei der Verarbeitung von Verbundwerkstoffen stellt vor allem das Handling der Materialien eine Herausforderung dar. Greifertechnologien für den Transport und Drapierhilfen für eine definierte Werkzeugbelegung bei Verwendung von textilen Halbzeugen sind zu optimieren oder neu zu entwickeln und in Automationskonzepten zu integrieren. Das „SimLab“ widmet sich der intensiven Analyse der Prozesse, der Prozessmodellierung und daraus abgeleitet der Prozesssimulation. Neben der Verwendung von bereits kommerziell verfügbaren Simulationstools nimmt insbesondere die Entwicklung von neuen Simulationsanwendungen breiten Raum ein.

Der bereits 2011 gestartete Aufbau des Lehrstuhls konnte in den Jahren 2013 und 2014 in wesentlichen Elementen zu einem Abschluss gebracht werden. Neben den Großgeräten, 3200 kN Heizpresse mit Vakuumausrüstung, zwei 6-Achsen Knickarmroboter, Legekopf, Ringwickelanlage, Pultrusionsanlage, Cutter, Permeameter, Werkzeugschließeinheit, 2-Komponenten Harzinjektionseinheit und großvolumiger Ofen, wurde auch die ergänzende Laborausstattung vervollständigt und zwischenzeitlich ein weitgehender Labor-Regelbetrieb aufgenommen.

Ein Teil der beschafften Anlagentechnik wurde aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und aus Mitteln des Landes Steiermark im Rahmen des Programms „Investition in Ihre Zukunft“ gefördert.



Progress of the Chair of Processing of Composites

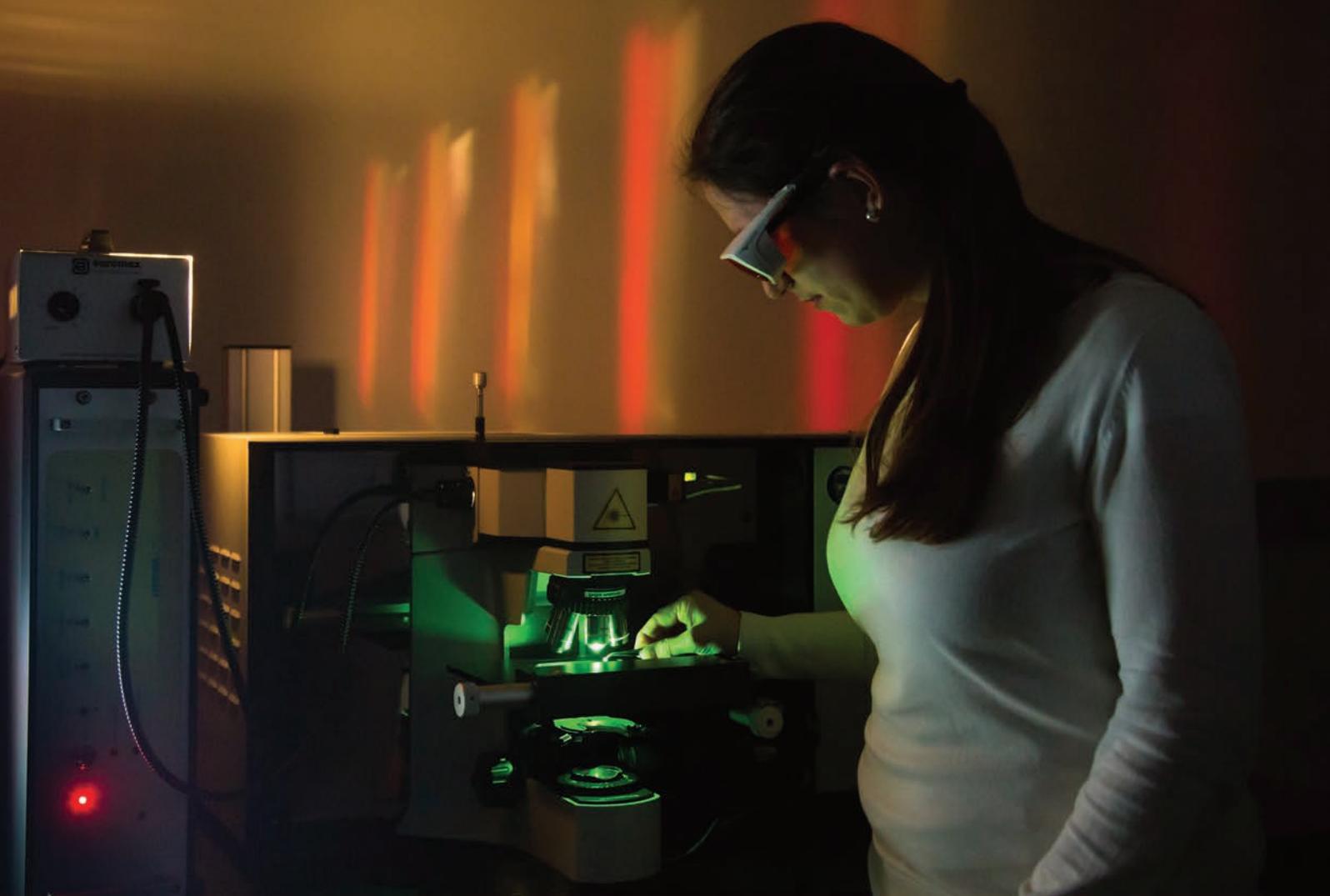
With the foundation of the Chair of Processing of Composites, the Department Polymer Engineering and Science at the Montanuniversität Leoben has been further expanded. During the last years, polymer-based composite materials have shown an above-average growth in many different areas of application. Therefore, a processing technology is required to provide efficient manufacturing in high volume segments in combination with high degrees of automation for the implementation in high-income countries.

By taking this development into account, the Chair of Processing of Composites has defined its main fields of interest. For this purpose, five laboratories have been set up of which three follow a process-oriented approach and two focus on cross-sectional topics. In the "ContiLab", processes enabling to build up structures with well-defined continuous fibre reinforcement are studied. The highly flexible placement technique is here of major interest. This technique can be used for dry fibre placement to build up preforms for successive infiltration processes as well as for classical prepreg placement based on thermoset resin systems or thermoplastic-based materials for in situ consolidation. The lab also covers continuous profile forming processes and winding techniques. Beside the study of process-property relationships, another important field of interest is process automation. In the "LCMLab", the whole process chain of preforming and liquid composite moulding is investigated. In the "PressLab", form pressing and thermoforming are examined. Especially the use of vacuum to support the resulting part quality is of interest. The cross-sectional and very complex field of process control and automation is the main research topic of the "AutoLab". Automation is assumed to be the key element for high volume production. Especially the handling

of the materials during different processing steps is challenging. Gripper systems for transportation and equipment for defined draping of textiles to be placed in the mould are required. These have to be developed or optimized. Another cross-sectional topic is modelling and simulation of the processes, which is covered by the "SimLab". Beside already available commercial simulation tools, the development of new tools is another important goal.

The setup of the laboratory infrastructure has already been started in 2011, and was successfully completed in 2013/2014. The main equipment installed are a 3200 kN heating press with vacuum chamber, two 6-axis robot systems, a placement head, a ring winding set-up, a pultrusion line, a cutter, permeameters, a closing unit for moulds, a two-component injection unit and a large-volume oven. Additional laboratory equipment is also available to ensure the standard operations in the labs.

The equipment was partly funded by the "European Regional Development Fund" and by the Austrian province of Styria within the framework of the "Investition in Ihre Zukunft" programme.



KAPITEL 2



FORSCHUNG & PROJEKTE

RESEARCH & PROJECTS

2



Forschung an der Kunststofftechnik Leoben

Research at the Department of Polymer Engineering and Science Leoben

Entsprechend der Kernkompetenzen der Montanuniversität Leoben entlang der Wertschöpfungskette integriert auch die Kunststofftechnik alle notwendigen Fachbereiche „Vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt“: von der Chemie der Kunststoffe über die Werkstoffphysik und -prüfung, das Konstruieren in Kunststoffen und die Kunststoffverarbeitung bis zum praktischen Einsatz von Kunststoff-Bauteilen und dem Recycling. Dementsprechend breitgefächert sind auch die Forschungsthemen, die in der Kunststofftechnik in Leoben behandelt werden.

Die operative Umsetzung der Themen erfolgt größtenteils in geförderten Projekten, wobei unterschiedliche nationale oder internationale (EU) Förderinstrumentarien genutzt werden. Auf dem Gebiet der vorwettbewerblichen kooperativen Forschung mit Unternehmen ist das Department als wissenschaftlicher Partner maßgeblich am Forschungsprogramm der Polymer Competence Center Leoben GmbH beteiligt. Zudem stärken das Forschungsprofil der Kunststofftechnik in Leoben zwei Christian Doppler (CD) Labore zu den Themen „Funktionelle Druckertinten auf Polymerbasis“ (Leiter: Assoz.Prof. Dr. Thomas Grießer) und „Hocheffiziente Composite Verarbeitung“ (Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski). Der wissenschaftliche Output der Projekte 2013/2014 war sehr überzeugend: 18 Dissertationen wurden abgeschlossen und die Erkenntnisse in mehr als 250 Vorträgen und 300 Publikationen international verbreitet.

Auf den folgenden Seiten wird ein Querschnitt der in den letzten zwei Jahren bearbeiteten Forschungsprojekte gegeben. Zunächst wird auf die beiden CD Labore, die je ein jährliches Forschungsvolumen von ca. 250.000 EURO bearbeiten, eingegangen, danach auf typische Fragestellungen und Lösungsansätze der Leobener Kunststofftechnik in Einzelprojekten. Trotz der großen Breite der Arbeiten ist ein gewisser Fokus in den Jahren 2013/14 auf folgende Themen zu erkennen: Additive Fertigung, Energieeffizienz in Verarbeitung und Anwendung, Leichtbau und Hybridstrukturen, Oberflächeneigenschaften, Biogene Kunststoffe, Lebensdauervorhersage-Konzepte und Recycling.

In accordance with the core competencies of the Montanuniversität Leoben, the Department of Polymer Engineering and Science integrates all necessary special fields along the value chain "from the material to the final product". They range from chemistry of polymeric materials via material science and testing of polymers, the designing of plastics and composite materials, the polymer processing to the application of plastic components and recycling. Consequently, the research topics addressed by the department are equally wide-ranging.

The operational implementation of the topics is carried out predominantly in funded projects. Therefore, the department benefits from the support of various national and international framework programmes. In the field of pre-competitive cooperative research with companies, the department is as a scientific partner significantly involved in the research programme of the Polymer Competence Center Leoben (PCCL). Additionally, two Christian Doppler Laboratories dealing with "Functional and Polymer Based Inkjet Inks" (Assoc.Prof. Dr. Thomas Grießer) and "High Efficient Composite Processing" (Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski) add to the strength of the department's research profile. The scientific output of the projects of 2013 and 2014 was impressive: 18 dissertations have been completed and in more than 200 oral presentations and 300 publications scientific knowledge has been presented internationally.

On the following pages a selection of projects of the past two years is provided. First, the focus is on the two Christian Doppler Laboratories which undertake research amounting to 250,000 Euros per year. Second, selected projects carried out by the department are presented which provide an overview of the typical problems and their solutions. Despite the broad range of projects an emphasis on the following topics can be identified: additive manufacturing, energy efficiency in processing and application, lightweight constructions and hybrid structures, surface characteristics, biogenous plastics, lifetime estimation and recycling.



AUF EINEN BLICK

- Laufzeit: 2013 bis 2020
- Mitarbeiter: 5
- Partner: FACC Operations GmbH

Laborleiter:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ralf Schledjewski
ralf.schledjewski@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2701



Christian Doppler Labor für Hocheffiziente Composite Verarbeitung

Leichtbaustrukturen werden immer stärker nachgefragt und sehr oft kommen hier polymere Verbundwerkstoffe zum Einsatz. In der Vergangenheit wurde die Entwicklung der Verarbeitungstechnik für Verbundwerkstoffe hauptsächlich mit dem Ziel von Prototypen- oder Kleinserienfertigung betrieben. Insbesondere Verarbeitungstechniken, die eine exakte Positionierung und Orientierung der Fasern im Bauteil ermöglichen, weisen Defizite auf, wenn es um effiziente Prozessführung mit Großserienpotenzial geht. Im Christian Doppler Labor für Hocheffiziente Composite Verarbeitung (CDL HECP) werden sowohl grundlagen- als auch anwendungsorientierte Forschungsarbeiten betrieben, die hier Abhilfe schaffen sollen.

Das Projekt zielt ab auf den Aufbau eines Basisverständnisses in Bezug auf unterschiedliche Prozessrouten, welche die Herstellung von Hochleistungs-Strukturbauteilen für Luftfahrtanwendungen ermöglichen. Neben den Leichtbaueigenschaften, die von den Komponenten erfüllt werden müssen, ist die kosteneffiziente Fertigung dabei von besonderem Interesse. Bereits bekannte und etablierte Prozessketten, aber auch neue Ansätze werden untersucht. Gezielt sollen einzelne Prozessschritte mit verbesserter Funktionalität über den Stand der Technik hinaus entwickelt werden.

Für typische luftfahrtrelevante Strukturbauteile werden hocheffiziente Prozessrouten aufgezeigt. Als Ausgangspunkt werden die einzelnen Prozessschritte hinsichtlich ihrer Funktionalität beschrieben, Anforderungen festgelegt und Grenzen aufgezeigt. Der methodische Ansatz gliedert sich in:

- Strategische und operative Prozessanalyse
- Experimentelle Untersuchungen
- Prozessoptimierung
- Physikalische Prozessmodellierung
- Kostenmodellierung

Vier grundlegende Forschungsthemen werden damit adressiert:

Materialeigenschaften

Neben der allgemeinen Charakterisierung der Basismaterialien (Faser und Matrix) ist das besondere Augenmerk auf das Materialverhalten während der Verarbeitung gerichtet. Abhängig von den unterschiedlichen Verfahren ergibt sich eine große Vielfalt unterschiedlicher Mechanismen, die einer eingehenden Untersuchung bedürfen. Beispielhaft zu nennen sind hier das Kompaktierungsverhalten, die Drapierfähigkeit, Rückstellungseffekte, Permeabilität usw. Deren Charakterisierung, teilweise sind hier zunächst Prüfprozeduren zu entwickeln, bildet die Basis für Modellierungsansätze.

Sensorik und Prozesskontrolle

Für eine ganzheitliche Prozesskontrolle werden Sensoren für die online und offline Überwachung der relevanten Eigenschaften im laufenden Prozess benötigt. Bei Flüssigimprägnierverfahren werden Sensoren für die Fließfrontdetektion oder zur Bewertung der Harzaushärtung benötigt. Für Permeabilitätsmessungen ist eine kontinuierliche Fließfrontdetektion notwendig und bei Legeverfahren ist die Erfassung der Tapeposition und -deformation oder auch der Materialkompaktierung beim Legen von Trockenfasern von Interesse.

Prozessentwicklung

Angestrebt wird eine integrierte Prozessentwicklung. Aufsetzend auf die konventionelle Prozesstechnik, z.B. Flüssigimprägnierverfahren, soll die detaillierte Analyse Konzepte zur Verbesserung ergeben, z.B. hinsichtlich Verlässlichkeit.

Wirtschaftlichkeit und Kostenmodellierung

Gearbeitet wird an einer Möglichkeit, bereits in einer frühen Designphase verlässliche Abschätzungen hinsichtlich der späteren Bauteilkosten zu treffen. Die Abschätzung soll dann im Fortgang des Entwicklungsprozesses zunehmend verlässlichere Ergebnisse liefern.

Das CDL wurde im April 2013 gestartet und wird bis zu sieben Jahre Laufzeit haben. Das Labor wird anteilig durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft und den industriellen Kooperationspartner FACC Operations GmbH finanziert. Im September 2013 gab es eine offizielle Eröffnungszereemonie, an der mehr als 70 Gäste aus Industrie und Hochschule teilnahmen.



Christian Doppler Laboratory for High Efficient Composite Processing

In the past, the development of composite manufacturing technology was mainly promoted in order to carry out prototype or small series processing. In particular, processing techniques which allow an exact positioning and orientation of fibres have shown deficits in regard to efficient process control and high volume production. To find a solution for this challenging problem, the Christian Doppler Laboratory for High Efficient Composite Processing (CDL HECP) conducts basic research as well as application-oriented research and development.

The Christian Doppler Laboratory is dedicated to elaborate a basic understanding for different processing routes which allow the manufacturing of high load-bearing structural components used in aerospace applications. Important factors for this field of application are light-weight characteristics and the cost-effectiveness of the components to be manufactured. On the one hand, well-established processing chains are analysed and on the other hand, new development approaches investigated. In selected processing steps, the objective is to develop the functionality beyond the state of the art.

Highly efficient processing techniques for the typical range of aerospace structures are emphasised. For individual processing steps, a description of functionality, determination of requirements, and identification of limitations are the starting point for further process development. The methodology consists of:

- Strategic and operative process analysis
- Experimental studies
- Process optimization
- Physical process modelling
- Cost modelling

Four basic research topics are covered:

Material performance

In addition to the general characterization of the base materials (fibre and resin), the performance during processing receives special attention. Depending on the processing procedure, a great variety of different characteristics has to be analysed, e.g. compaction behaviour, drapability, spring-in effects, permeability, etc. The characterization of process-relevant material performance is the basis for the modelling and requires the development of test procedures to identify the relevant characteristics.

Sensing and process control

For a holistic process control in the running process, sensors for the online and offline monitoring of the relevant characteristics are needed. These sensors are required for observation of mould filling and resin curing during liquid composite moulding, continuous flow front detection for permeability measurement, and during placement for position control and roving deformation measurement as well as preform compaction determination.

Process development

Based on conventionally available processing techniques, e.g. the LCM process, a detailed analysis shall deliver concepts to improve the process regarding reliability, for example.

Economics and cost modelling

A cost modelling tool allowing to estimate manufacturing costs at early design stages as well as for different levels of the product development process with increasing accuracy will be elaborated.

The CDL has started research in April 2013 and will continue for up to seven years. The lab is partly funded by the Federal Ministry of Science, Research and Economy and the industrial cooperating partner FACC Operations GmbH. In September 2013, an official inauguration ceremony was organized and attended by more than 70 guests from industry and academia.



AUF EINEN BLICK

- Laufzeit: 2012 bis 2018
- Mitarbeiter: 8
- Partner: Durst Phototechnik Digital Technology GmbH

Laborleiter:
Assoz.Prof. Dr. Thomas Griesser
thomas.griesser@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2358



Christian Doppler Labor für Funktionelle Druckertinten auf Polymerbasis

Das Christian Doppler Labor für Funktionelle Druckertinten auf Polymerbasis wurde 2012 gegründet und beschäftigt derzeit sechs wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, eine Laborantin sowie eine Sekretärin. In den letzten zwei Jahren wurde insbesondere auf dem Gebiet neuartiger Druckertinten für den UV Grafikdruck und an biokompatiblen Monomeren zur Herstellung von auf Thiol-In basierenden Photopolymeren geforscht.

Neuartige Druckertinten für den UV Grafikdruck

Im Christian Doppler Labor für Funktionelle Druckertinten auf Polymerbasis werden neue und innovative Druckertinten entwickelt und erforscht, die eine UV-härtbare, nicht reizende und bioverträgliche Alternative zu bislang verwendeten Produkten darstellen. In derzeit gängigen Druckverfahren werden Druckertinten verwendet, die reizende oder gesundheitsbedenkliche Stoffe beinhalten wie beispielsweise Acrylat/Methacrylat Monomere und niedermolekulare Photoinitiatoren.

Im CD-Labor werden verschiedene Tintensysteme auf Basis von wässrigen Polymerdispersionen erforscht und für den Einsatz im Graphikdruck evaluiert. Sowohl die Zusammensetzung aus bio- und höchst umweltverträglichen Bestandteilen als auch photochemische Verfahren, die ohne irritierende Prozesschemikalien auskommen, eröffnen neue Einsatzmöglichkeiten. Die Ergebnisse dieser Forschungstätigkeiten haben unmittelbare Relevanz für die Zukunft der industriellen Druckprozesse, da höchst umweltschonend, unbedenklich und allergiefrei produziert werden kann. Die realisierten Produkte werden steigenden Ansprüchen an den Konsumentenschutz gerecht, zumal unbedenkliche und lebensmittelechte Druckerfarben auch für den Druck auf Kleidungsstücken und Lebensmittelverpackungen entsprechend den gültigen Standards geeignet sind.

Biokompatible Monomere zur Herstellung von Thiol-In basierenden Photopolymeren

Biokompatible bzw. biodegradierbare Photopolymere sind für Anwendungen im Bereich der Medizintechnik und der Dentaltechnik von Interesse. Während Photopolymere auf Basis der Thiol-En Reaktion (mit C=C Monomeren) bereits intensiv untersucht wurden, ist die Thiol-In Reaktion (über radikalische Zwischenstufen mit Alkinen) im Bereich der Materialwissenschaften ein hochaktuelles Thema. Es gibt bislang nur sehr wenig Literatur zur Biokompatibilität solcher Thiol-In Photopolymere.

Aktuell werden am CD-Labor für Funktionelle Druckertinten auf Polymerbasis verschiedene bi- und multifunktionelle Alkin-Monomere und Thiole synthetisiert und zum Aufbau von Photopolymeren eingesetzt. Im Fokus der Untersuchungen stehen Reaktivität, Cytotoxizität, Biodegradierbarkeit sowie die mechanischen Eigenschaften der Polymere. Es werden sowohl abbaubare als auch nicht-abbaubare Alkin-Monomere hergestellt, sodass die Möglichkeit zur biologischen Abbaubarkeit des Polymers durch die Struktur des Monomers definiert wird. Es konnte gezeigt werden, dass die Thiol-In Photopolymere günstige mechanische Eigenschaften aufweisen, sodass sie als Gerüstsubstanzen in der regenerativen Medizin eingesetzt werden können.

Dieses Forschungsthema wird in enger Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Prüfung der Kunststoffe bearbeitet.



Christian Doppler Laboratory for Functional and Polymer Based Inkjet Inks

The Christian Doppler Laboratory for Functional and Polymer Based Inkjet Inks was founded in January 2012 and currently employs six researchers, a lab technician and a secretary. The research of the last two years was focused on the development and investigation of novel UV curable, waterborne inkjet inks for large-format graphic printing and on biocompatible monomers for Thiol-Yne based photopolymers.

Innovative inkjet inks for large-format graphic printing

The Christian Doppler Laboratory for Functional and Polymer Based Inkjet Inks focuses on the development of UV curable inkjet inks which are low-toxic (or even non-toxic) and provide an eco-friendly and biocompatible solution in comparison to products which had been used up to date. To achieve this goal, alternative curing reactions are being explored on a fundamental level to substitute the precarious acrylate and methacrylate monomers/oligomers of conventional ink formulations.

In the Christian Doppler Laboratory different ink systems based on waterborne polymer dispersions are currently investigated and evaluated for an application in large-format graphic printing. Bio- and eco-compatible components as well as the possibility of UV curing, which copes without irritant process chemicals, pave the way towards novel applications.

The results of this research are highly relevant for the future of industrial printing, especially because this method offers the possibility of producing environmentally friendly without the need for precarious compounds. Non-toxic inkjet inks are expected to be food-proof and can thus be used for the printing on food packaging materials and labels as well as for inkjet printing on textiles and garments. Non-toxic inkjet inks lacking noxious components will significantly contribute to consumer safety and occupational health.

Promising biocompatible monomers for Thiol-yne based photopolymers

Biocompatible and biodegradable photopolymers for potential medical or dental applications have attracted increasing attention in recent years. Whilst photopolymers based on the thiol-ene reaction have been studied intensively, also the radical-mediated thiol-yne reaction has recently emerged as highly discussed topic in the polymer and materials society. However, there are only a few scientific reports available about the biocompatible behaviour of thiol-yne based photopolymers.

In the current research, several bi- and multifunctional alkyne and thiol monomers are being synthesized and investigated, determining their reactivity, cytotoxicity, biodegradability and mechanical properties. Not only non-degradable, but also degradable alkyne monomers have been designed enabling the adjustment of the degradation behaviour of the resulting polymer by the choice of monomers. Thiol-yne based resin compositions show mechanical properties appropriate for the fabrication of scaffolds for regenerative medicine. They also possess high reactivity comparable to those of acrylates, and have high conversion rates.

This research is being performed in close cooperation with the Chair of Materials Science and Testing of Polymers.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Öst. Forschungsinstitut für Chemie und Technik (OFI); Universität Halle-Wittenberg (D); Poloplast GmbH & Co KG
- Förderung: National, FFG – Bridge

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Florian Arbeiter
florian.arbeiter@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2122



Methusalem: „Lebensdauervorhersage von mehrschichtigen Kunststoffrohren aus Polypropylen“

Methusalem: "Lifetime estimation of thermoplastic multi-layer pipes made from polypropylene"

Durch die anhaltende Urbanisierung der letzten Jahrzehnte werden immer höhere Anforderungen an die Infrastruktur in Städten gestellt. Gerade in stark verbauten Gebieten sind langwierige und großflächige Grabungsarbeiten mit großem Aufwand verbunden. Daher muss sichergestellt sein, dass verbaute Rohre zumindest 50 bis 100 Jahre im Einsatz bleiben können. Das Konsortium im Projekt *Methusalem*, bestehend aus namhaften Forschungseinrichtungen im In- und Ausland, sowie einem nationalen Rohrerhersteller, beschäftigte sich in den letzten Jahren intensiv mit Fragestellungen aus diesem Bereich. Im Speziellen wurde an der Ausarbeitung eines Konzeptes zur Abschätzung der Lebensdauer von mehrschichtigen Kunststoffrohren gearbeitet.

Neben dem Aspekt der Alterung der verwendeten Kunststoffe wurde der Fokus vor allem auf die mechanischen Langzeiteigenschaften gelegt. Eine Abschätzung dieser ist wichtig, um sicherzustellen, dass es auch nach langem Einsatz nicht zum Versagen des Systems kommt. Es wurde vor allem mit Hilfe von Methoden linear-elastischer und elastisch-plastischer Bruchmechanik der Widerstand gegen die Ausbreitung von Rissen in den Materialien untersucht. Der in Leoben über die letzten Jahre entwickelte zyklische „Cracked Round Bar“ (CRB)-Versuch konnte dabei geschickt zum Einsatz gebracht werden. Dieser Test zeichnet sich dadurch aus, dass Rohrwerkstoffe innerhalb weniger Tage untersucht werden können. Neben den Eigenschaften der einzelnen verwendeten Materialien wurde in dem Projekt ebenfalls der Einfluss von mehrschichtigen Strukturen untersucht. Durch die Kombination unterschiedlicher Schichten können synergetische Effekte genutzt werden, die ein für homogene Rohre nicht erreichbares Eigenschaftsspektrum ermöglichen.

Um den Einfluss der Grenzschichten selbst genauer zu charakterisieren, wurden neben mechanischen Tests auch mikromechanische, spektroskopische und Röntgenstreuungs-Methoden eingesetzt. Die generierten Ergebnisse im Rahmen des dreijährigen Projektes zeigen auf, dass moderne mehrschichtige Kunststoffrohre sehr gut für langjährige Einsätze geeignet sind und den Anforderungen moderner Infrastrukturen gerecht werden.

Due to the constant urbanization over the last decades, infrastructure systems face higher requirements than ever before. Especially within cities, excavation work is always coupled with high efforts and expenditure. Therefore, it is essential to assure a lifespan of buried pipes of at least 50 to 100 years. Over the last years, issues in regard to the topics above have been the main focus of project *Methusalem*. The consortium for this project consists of renowned national and international research facilities and pipe producers. A strong focus was placed on developing a concept for a lifetime estimation of thermoplastic multi-layer pipes.

Besides degradation and ageing of the used polymers, also mechanical long-term properties are an important factor. It is important to assess these long-term properties in order to avoid the collapse and failure of buried pipes. Using fracture mechanical methods, such as a linear-elastic or elastic-plastic methods, makes it possible to estimate the resistance against crack propagation in materials. Since this failure mode is very critical with regard to pipes under long-term stress, it has been one of the main topics of this research work. Recently a new test method, called cyclic "cracked round bar" (CRB) test, for the accelerated characterization of crack resistance in polymer pipe grade materials was developed in Leoben. This test has been successfully adapted and implemented for the materials of project *Methusalem*. Next to single-layer material properties, the impact of multi-layer build-ups has been investigated. Combining different materials can activate synergistic effects and lead to improved performance capabilities of the pipes.

To examine the influence of interfaces between the layers themselves, advanced techniques such as micromechanical, spectroscopical or x-ray scattering methods have been used. The results obtained in this three-year project show that modern multi-layer polymer pipes are qualified to cope with the challenges of modern infrastructural demands.



AUF EINEN BLICK

- Partner: PCCL GmbH
- Förderung: National, Klima- und Energiefonds, 1. Ausschreibung e!mission

Ansprechpartnerin:
Ass.Prof. Dr. Katharina Resch
katharina.resch@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2105



Biogene Kunststoffe für solartechnische Applikationen

Bioplastics for solar applications



Das im Rahmen der ersten Ausschreibung e!mission vom Klima und Energiefonds geförderte, als Sondierungsprojekt konzipierte und gemeinsam mit dem PCCL durchgeführte Forschungsvorhaben „Bio4Sun – Biogene Kunststoffe für solartechnische Applikationen“ befasste sich mit dem Potenzial und den Einsatzmöglichkeiten von Biokunststoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe als Werkstoffe für unterschiedlichste Systemkomponenten von Photovoltaik- und Solarthermieanlagen. Dabei wurden sämtliche am Markt verfügbaren Biokunststoffklassen umfangreich bezüglich ihrer anwendungsrelevanten Werkstoffcharakteristika analysiert und ein umfassendes polymerphysikalisches Eigenschaftsprofil erstellt. Ergänzend erfolgte die systematische Untersuchung der Änderung spezifischer Eigenschaften durch langzeitige Einwirkung anwendungsrelevanter Umgebungsbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit und UV-Strahlung) sowie eine grundsätzliche Lebensdauerabschätzung.

Es zeigte sich, dass zahlreiche Biokunststoffklassen, wie beispielsweise Bio-Polyamide, Bio-Polyethylen, Bio-Polyester, Cellulosepolymere oder Polymilchsäureblends prinzipiell ein hohes Potenzial für die Solartechnik, darüber hinaus aber auch für andere, ähnliche Strukturanwendungen aufweisen. Werkstoffliche Optimierungen sind jedoch unabdingbar. Diese betreffen insbesondere Verbesserungen der mechanischen Eigenschaften sowie der Langzeitstabilität in Hinblick auf thermo-oxidativen, photo-oxidativen und hydrolytischen Abbau. Im Projekt wurden gezielt Ansatzpunkte und Vorschläge für werkstoffliche Weiterentwicklungen durch Anpassungen der molekularen und supermolekularen Struktur sowie entsprechender Additivierung (insbesondere durch Bio-Additive) erarbeitet.

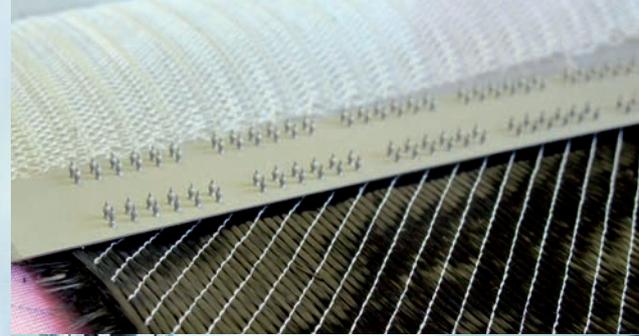
Durch die Forschungsarbeiten wurde weiters umfassendes und grundlegendes Wissen über Biokunststoffe an sich, deren Eigenschaften und Verarbeitungsverhalten und den entsprechenden Biokunststoffmarkt aufgebaut und das werkstoffliche Kompetenzspektrum der Kunststofftechnik Leoben damit signifikant ausgebaut. Zudem wurden prinzipielle Herausforderungen im Umgang mit und in der Anwendung von Biokunststoffen (z.B. Verarbeitungsprozessführung, Additivierung, Materialkosten) aufgezeigt, die in zukünftigen

Forstungs- und Entwicklungsarbeiten adressiert werden sollten, um künftig eine starke Marktdurchdringung von Biokunststoffen in unterschiedlichsten Applikationen zu ermöglichen.

The project "Bio4Sun – Bioplastics for Solar Applications" – funded by the Climate and Energy Fund and carried out within the framework of the e!mission program – focused on evaluating and examining the potential and applicability of bioplastics produced from renewable resources for the use as components in photovoltaic or solar thermal devices. In close cooperation with our project partner Polymer Competence Center Leoben an extensive literature and market survey was carried out. Potential candidate materials for solar applications were identified. Candidate materials included at least one grade of each available biopolymer category. In the next step, application-relevant thermal, thermo-mechanical, mechanical and optical properties of reference materials were characterized and a comprehensive polymer physical property profile was compiled. Afterwards a systematic characterization of the degradation behavior after accelerated weathering under application-relevant conditions (temperature, humidity, UV-radiation) and a first basic assessment of the lifetime were carried out.

Various biopolymer types, such as bio-polyamide, bio-polyethylene, bio-polyester, cellulose polymers, and specific polylactic acids showed to have a high potential for structural applications in general and for solar applications in specific. However, material optimization in regard to mechanical properties and long-term stability (thermo-oxidative, photo-oxidative and hydrolytic stability) is required. Optimization possibilities in terms of tailoring molecular and supramolecular structure as well as material modification by additives (i.e. bio-additives) were thus derived.

Within the project also comprehensive and sound scientific knowledge on properties, processing and the market of bioplastics was assessed. Moreover, challenges in replacing conventional plastics by bioplastics (e.g. processing, additives, material costs) were revealed. These aspects should be addressed in future investigations in order to allow significant market penetration of bioplastics apart from packaging applications.



AUF EINEN BLICK

- Partner: LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH; FACC AG; Fronius GmbH; Rübzig GmbH; RECENTD GmbH
- Förderung: National, FFG – TakeOff

Ansprechpartner:
Dr. Steffen Stelzer
steffen.stelzer@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2103



CoJEC – “Composite + composite Joints with Enhanced damage toleranCe”

Der anhaltende Trend zur Verwendung von endlos faserverstärkten Kunststoffen in Strukturbauteilen für zum Beispiel Luftfahrt-, Windenergie-, oder Automobilanwendungen hat zu einer Zunahme der Bemühungen, fasergerechte Fügetechnologien zu entwickeln, geführt. Derzeit etablierte Fügetechniken für Faserverbundwerkstoffe (FVW), wie zum Beispiel Nieten oder Schrauben bedingen das Einbringen von Bohrungen in den FVW und damit das Durchtrennen der Fasern. Dadurch verringern sich lokal die mechanischen Eigenschaften des FVW. Die faserschonende Alternative Kleben wird aus Sicherheitsgründen in vielen Strukturanwendungen vermieden.

In *CoJEC* wurde deshalb eine neuartige Verbindungstechnologie entwickelt, die es erlaubt, einen Formschluss zwischen zwei Fügepartnern aus FVW faserschonend herzustellen. Dazu werden in der Fügezone kleine metallische Pins eingebracht. Neben einer Größe von nur wenigen Millimetern weisen diese metallischen Pins eine für den Einsatz in FVW optimierte Geometrie auf. Einerseits wird dadurch das Drapieren der trockenen oder vorimprägnierten Fasern in der Herstellung unterstützt und andererseits führt diese Geometrie zu einem Formschluss zwischen den Pins und dem FVW. Dadurch werden Delaminationen im FVW unterdrückt/verzögert und die Schadenstoleranz durch die plastische Deformation des Metalls erhöht.

Numerische und experimentelle Untersuchungen in *CoJEC* zeigten, dass durch den Einsatz dieser im Cold Metal Transfer Verfahren automatisiert hergestellten metallischen Pins relevante mechanische Kennwerte signifikant erhöht werden können. In monotonen Versuchen zeigte sich eine Zunahme der Bruchdehnung um bis zu 560 % und eine Erhöhung der Energieaufnahme um das bis zu 14-fache, bei annähernd gleichbleibender Steifigkeit und Festigkeit. Unter Ermüdungsbelastung konnten die ertragbaren Schwingungszahlen von FVW-FVW Verbindungen durch den Einsatz dieser neuartigen Verbindungstechnologie um den Faktor 100 gegenüber geklebten Verbindungen erhöht werden.

The ongoing trend towards the use of endless fiber reinforced polymer composites in structural applications has led to an increase of research activities in the field of joining composites. Currently composite structures are either joined by mechanical fastening or adhesive bonding. Mechanical fastening (such as bolting and riveting) requires to drill a hole into the composite which in turn means that the fibers in the composite will be cut. These fibers are essential for the load transfer and by cutting them, the mechanical properties of the composites are reduced. The fiber-friendly alternative – adhesive bonding – however cannot be used in many structural applications due to safety reasons.

Within the *CoJEC* project, a new composite-composite joining technology has been developed. This joining technology is capable of establishing a form-fit connection between two composites without the need to cut the fibers in the composite. Using this technique, metallic pins with a defined geometry are inserted in the through-thickness direction of the composites. The optimized shape of these pins facilitates draping of dry or pre-impregnated fibers in the manufacturing process and supports the load transfer in the final joint. The metallic pins stop or slow down delaminations in the joint area and increase the damage tolerance of the joint because of plastic deformation of the metallic reinforcement.

Numerical and experimental investigations within the *CoJEC* project showed that the application of cold metal transfer welded pins in composite-composite joints can significantly increase their mechanical properties. Monotonic testing yielded increases in the strain at failure of up to 560 % and up to 14 times higher deformation energies while maintaining both strength and stiffness of the joint. Fatigue testing of pin reinforced joints achieved up to 100 times higher numbers of cycles before failure than co-cured joints.



Helmut Lurghammer

AUF EINEN BLICK

- Partner: Hage Sondermaschinenbau, Medizinische Universität Graz
- Förderung: National, FFG - Bridge; FFG Leitprojekt - AddManu; FFG - NextGen 3D

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Stephan Schuschnigg
stephan.schuschnigg@unileoben.ac.at
+43 3842 402 3511



Additive Fertigung am Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung

Additive manufacturing at the chair of Polymer Processing

Am Lehrstuhl wird derzeit unter den vielen additiven Fertigungsverfahren das Fused Deposition Modeling (FDM)-Verfahren eingesetzt, da dieses eng mit der klassischen Verarbeitung von Kunststoffen verwandt ist.

Mit Hilfe eines CAD Programms wird das Bauteil konstruiert und mittels einer STL Datei dem Druckerprogramm übergeben. Dieser übersetzt dieses Oberflächenmodell in einen Maschinencode, welcher dem Drucker sagt, wann er wo sein soll und wieviel Material zu extrudieren ist. Der Filamentstrang, derzeit meist PLA (Polylactide) und ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol), wird aufgeschmolzen und Schicht für Schicht mit einer Düse abgelegt und bildet dadurch das erwünschte Bauteil. In einem abgeschlossenen Projekt wurden unterschiedliche Polymere auf deren Tauglichkeit für den FDM Druck untersucht. In weiteren Projekten sollen teilkristalline Polyolefine, aber auch hochgefüllte Polymermischungen entwickelt werden. Der Lehrstuhl hat verschiedene Anlagen, auf welchen die Polymere zu Strängen verarbeitet werden können, einerseits Einschneckenextruder für homogene Materialien und andererseits Doppelschneckenextruder zum Einmischen von Füll-, Farbstoffen und Additiven.

Im Bereich der Medizintechnik wird der Einsatz von PEEK (Polyetheretherketon) und PMMA/HA-Compounds und deren Einsatz in Schädelimplantaten untersucht. Diese sollen noch während der Operation mit einem FDM Drucker gedruckt werden, so dass nur mehr eine Operation notwendig ist. Für Implantate sind neben den Eigenschaften des Polymers ganz besonders die Verträglichkeit und die Sterilisierbarkeit von enormer Wichtigkeit. Weitere Eigenschaften, wie die stetige Abgabe entzündungshemmender Stoffe oder das patientenspezifische Design der Implantatoberfläche sind weitere Schwerpunkte der Untersuchung. Das Projekt besitzt eine starke interdisziplinäre Ausrichtung, der maschinenbauliche Aspekt wird von Hage Sondermaschinenbau betreut, die medizinische Seite durch die Medizinische Universität Graz und die werkstoffliche Seite durch den Lehrstuhl für Kunststoffverarbeitung.

Among the great variety of additive manufacturing methods, the Fused Deposition Modeling (FDM) method is the method currently used at the chair of Polymer Processing. In contrast to other additive manufacturing methods, it is very similar to the processing of polymers.

With a CAD program the component is constructed and a STL file is imported to the printer program. The printer program then translates the surface model into a machine code, which tells the printer where to be and how much material should be extruded with a specific velocity. The filament, mostly PLA (polylactic acid) and ABS (acrylonitrile butadiene styrene), is melted into a die and deposited layer by layer building up a whole component. In a former project, different polymers were tested for their usefulness in 3D printing. In future projects, we will examine and develop semi-crystalline polyolefin and highly filled polymer compounds for the FDM. The institute has different machineries to form the filaments out of the polymer granules: either single screw extruders for homogeneous materials or co-rotating twin screw extruders for mixing and incorporating additives, fillers or pigments.

In medical applications, the use of PEEK (polyether ether ketone) and PMMA/HA compounds as skull implant is examined in an ongoing project. It should be manufactured with the FDM printer while the operation is under way so that just one surgery will be needed. For these uses not only the mechanical properties, but also the biocompatibility and the possibility for sterilization are very important aspects. Other benefits such as anti-inflammatory or patient-specific designs of the surface are investigated as well. This project is highly interdisciplinary as the machineries come from Hage Sondermaschinenbau GmbH, the medical input from the Medical University of Graz and the material knowledge from the Chair of Polymer Processing at the Montanuniversität Leoben.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Andritz AG; APC Advanced Polymer Compounds; MCL Materials Center Leoben GmbH
- Förderung: National, FFG – Comet K2

Ansprechpartner:
Dr. Gerald Pilz
gerald.pilz@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2109



Auswahl und Charakterisierung von Hochleistungs-Kunststoffen für Großpumpenanwendungen

Selection and characterization of high-performance plastics for large pump applications

Pumpenräder für Hochleistungspumpen in der Industrie werden überwiegend aus Formguss hochlegierter Stahlwerkstoffe hergestellt. Einen typischen Anwendungsbereich stellt u.a. die Zellstoffindustrie dar, wo die betreffenden Anlagenteile vielfach mit chemisch aggressiven und abrasiven Fördermedien in Kontakt sind. Abgesehen vom fertigungstechnischen Aufwand derartiger Maschinenbauteile ist vor allem der Abnutzungsprozess der exponierten Anlagenteile durch die Kombination aus Abrasion und Korrosion einsetzdauerbegrenzend. Vor allem aufgrund der charakteristischen Eigenschaftsmerkmale verschiedenerer technischer Kunststoffe wie u.a. das ausgezeichnete Zähigkeitsverhalten, die Korrosionsbeständigkeit sowie das v.a. für faserverstärkte Kunststoffe hohe spezifische (gewichtsbezogene) mechanische Eigenschaftsniveau, ist der Einsatz von Kunststoffbauteilen auch für mechanisch hoch beanspruchte Maschinenbauteile von besonderem Interesse.

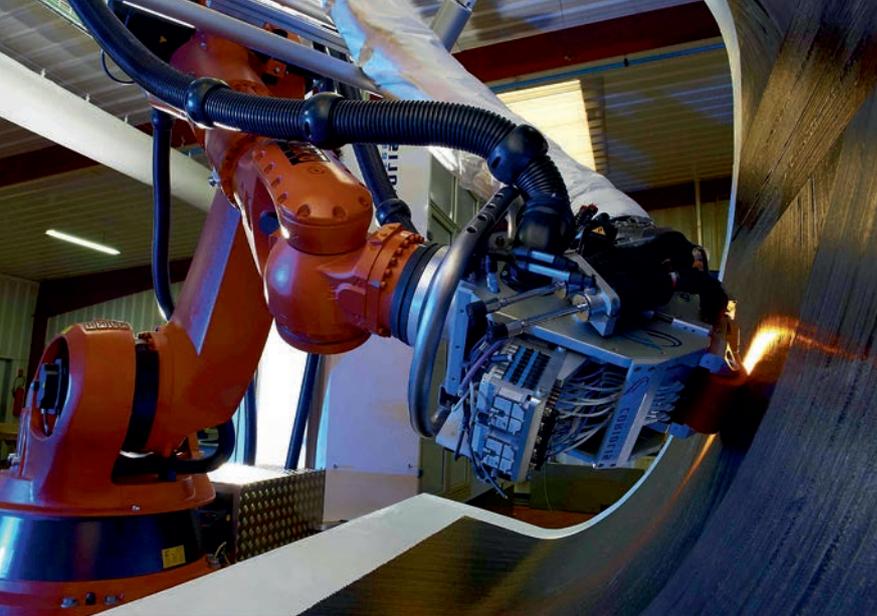
Zentrale Zielsetzung des Forschungsprojektes war es daher, auf Basis einer umfassenden Werkstoffrecherche geeignete Kunststofftypen für derartige Pumpenbauteile auszuwählen, in einer detaillierten Eigenschaftsdarstellung gegenüberzustellen und hinsichtlich des Anwendungspotenzials weiterführend zu untersuchen. Wichtiger Aspekt dabei war die Erfassung grundlegender mechanischer Kennwerte unter Berücksichtigung der spezifischen Einsatzbedingungen, wie erhöhtes Temperaturniveau sowie Feuchte- bzw. Chemikalieneinfluss. Dazu wurden potenziell geeignete technische Kunststoffe, u.a. verschiedene Polyamide, Polyoxymethylen, Polyphenylsulfid und Polyphenylenether mechanisch charakterisiert, wobei die verwendeten Prüfverfahren von Kurzzeitzugversuchen über die dynamisch-mechanische Analyse bis zu statischen Langzeitversuchen (Kriechversuchen) reichten.

Hauptaugenmerk wurde dabei vor allem auf die Realisierung anwendungsnaher Prüfbedingungen gelegt, u.a. unter Verwendung einer im Rahmen des Forschungsprojektes entwickelten Medienmeszelle. Auf Basis beschleunigter Laborversuche konnte damit eine zeiteffiziente Abschätzung des Langzeitkriechverhaltens der untersuchten Werkstoffe im Sättigungsfeuchtzustand getroffen werden. Neben der in diesem Zusammenhang entwickelten Prüfmethodik zur Langzeitcharakterisierung bilden vor allem die anwendungsnahen

generierten Datensätze einer Reihe von Hochleistungs-Kunststoffen eine wichtige Grundlage für die weiterführende werkstoffgerechte Dimensionierung und Konstruktion derartiger Pumpenbauteile mit entsprechender Zuverlässigkeit in der Endanwendung.

Pump wheels for high-performance industrial applications are commonly made of casting steel alloys. A typical field of application is the pulp and paper industry where the pump components are frequently exposed to chemically aggressive and abrasive media. Extensive wear of the exposed parts due to a combination of abrasion and corrosion primarily limits the lifespan of these components. In order to meet these special requirements of such a high-demanding field of application, the use of plastic components is of great interest. Excellent toughness, corrosion resistance as well as a high specific (weight-related) mechanical property level are important benefits of various technical plastics.

In this respect, the main objectives of the present research project are a comprehensive material survey and selection of suitable high-performance plastics for pump applications, along with an application-oriented material characterization process. Selected technical plastics such as polyamides, polyoxymethylene, polyphenylen ether and polyphenylene sulfide were mechanically characterized with various test methods, containing short-term tensile tests, dynamic mechanical analysis and static long-term creep tests. The main focus was on the experimental performance at test conditions close to application, which means defined test temperatures as well as the consideration of environmental influences such as moisture and chemical impact. Especially the long-term creep tests were performed in water immersion with the use of a specifically developed testing device, allowing a sound estimation of long-term creep behaviour of the materials in saturated wet condition. Besides the corresponding methodology for time-efficient long-term characterization, a comprehensive set of material data closely related to real service conditions was generated. A sound basis for subsequent design and construction work for pump components with sufficient reliability in service can thus be provided.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Alenia Aermacchi (IT); Universität Padua, (IT); Swerea Sicom, (SE)
- Förderung: EU-Förderung, Clean Sky Joint Technology Initiative

Ansprechpartner:
Ass.Prof. Dr. Ewald Fauster
ewald.fauster@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2708



ILMAS – Integrierte Fertigung von Luftfahrt-Panelstrukturen

ILMAS – Implementation of Liquid Infusion for the Manufacturing of Aerospace Structures

Strukturtragende Paneele für die Luftfahrt werden bislang zumeist in zweistufigen Prozessen hergestellt: Nach der Fertigung der schalenartigen Außenhaut wird diese in einem zeit- und arbeitsintensiven Verfahren mit profilförmigen Elementen (Stringer bzw. Spante) mechanisch verstärkt. Das Projektvorhaben *ILMAS* verfolgte das Ziel, ein einstufiges und damit ein aus wirtschaftlicher als auch technischer Sicht effizienteres Verfahren zur Herstellung solcher Bauteile aus faserverstärkten polymeren Verbundwerkstoffen zu untersuchen. Das seitens der EU geförderte Projekt wurde am Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen mit Projektpartnern aus Italien und Schweden bearbeitet.

Zunächst wurde ein Implementierungsplan für die industrielle Fertigung eines exemplarisch ausgewählten Referenzbauteils entwickelt, der sämtliche Arbeitsschritte des Verfahrens – von der Anlieferung der Materialien bis zur Qualitätsprüfung des fertigen Bauteils – sowie sämtliche dafür benötigten Maschinen, Werkzeuge, Hilfsmittel und technischen Medien berücksichtigen musste. Das Kernstück des Prozesses stellt ein vakuumunterstütztes Harzinfusionsverfahren dar. Dabei wird eine zunächst trockene Preform aus zugeschnittenen und definiert vorgeformten Carbonfaser-Halbzeugen mit einem duromeren Harz infiltriert. Die Implementierung dieses Verfahrens für die industrielle Fertigung von Panelstrukturen stellt eine Novität dar. Sowohl die einstufige Infiltration des Bauteils als auch die automatisierte Herstellung der Preforms birgt dabei besondere Herausforderungen. So wurde der Fokus auf die automatisierte Herstellung der Preforms gelegt. Die Preform der Außenhaut kann über Automated Fibre Placement (AFP) realisiert werden. Diese Technologie ist bereits am Markt durch eine Reihe von kommerziellen AFP-Systemen verfügbar. Die Herstellung der Preforms für die Verstärkungsprofile ist jedoch ungleich anspruchsvoller, weil hierbei die Verstärkungsfasern vorwiegend quer zur Profilachse eingebracht werden müssen. Im Projektvorhaben wurden verschiedene Ansätze auf ihre Tauglichkeit zur automatisierten Herstellung von Profil-Preforms untersucht. Abschließend wurden noch Laborversuche zum Nachweis der konzipierten Infusionsstrategie durchgeführt.

Das Projekt wurde im 7. EU-Rahmenprogramm (FP7/2007-2013) unter der Clean Sky Joint Technology Initiative (Fördervertrag Nr.: CSJU-GAP-338413) gefördert.

Structural components for aeronautic applications are typically manufactured according to a two-step procedure: The flat or shell-shaped skin is reinforced with stringer profiles, which is a labour- and cost-intensive task. The *ILMAS* project targets a new and innovative approach for manufacturing these structural panels with fibre-reinforced polymer composites in a single-step technique. The EU funded project was conducted by a consortium of the Chair of Processing of Composites in collaboration with two partners from Italy and Sweden.

First, an implementation plan was developed covering all the working steps for manufacturing a reference panel together with the required materials, facilities, equipment and technical media. Vacuum-assisted resin infusion was chosen as the core technique for manufacturing the panel. Here, a dry preform consisting of pre-cut layers of reinforcing materials is placed in a mould and impregnated with liquid resin. The implementation of this technique for structural panels on an industrial scale is a novelty. The infusion of the panel in a single step approach as well as the automatic preforming of the stringer preforms are particularly challenging. Thus, further steps were focussing on automated preforming techniques. Manufacturing of the skin preform can efficiently be accomplished through automated fibre placement (AFP). This technology is provided by a number of companies offering commercial AFP systems. Automated stringer profile preforming however is a more challenging task due to the requirement of aligning the reinforcing fibres mainly transversely to the profile axis. To date, there is no commercial solution available on the market. Thus, a number of approaches were analysed with regard to their suitability for the automatic manufacturing of profile preforms. Finally, the infusion strategy was successfully verified by laboratory experiments.

This project was funded within the European Community's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) for the Clean Sky Joint Technology Initiative under grant agreement no. CSJU-GAP-338413.



AUF EINEN BLICK

Partner: NetComposites Ltd. (UK); Toyota Motor Europe; Airborne Technology Centre B.V. (ATC); HBW-Gubesch Thermoforming GmbH; AFPT; CGTech Ltd; ESI Group S.A.; Fraunhofer Institute for Production Technology

Ansprechpartner:
Britto Satheesh, PhD
britto.satheesh@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2717



Multi-Material Leichtbaustrukturen

Multi-material lightweight structures

Verbundwerkstoffe in strukturellen Bauteilen sind heute in vielfältigen Anwendungen zu finden. Der Grund dafür liegt in den hohen mechanischen Eigenschaften, geringem Gewicht und guten Lebenszyklusbilanzen. Typischerweise werden Verbundwerkstoffe aus einer Verstärkungstypen (z.B. Carbon- oder Glasfaser) und einer quasi-isotropen Verstärkungsarchitektur gefertigt. Die resultierenden Strukturen sind damit selten optimiert und die resultierenden Kosten sind höher als notwendig. Automatisierte Legeverfahren für thermoplastische faserverstärkte Tape-materialien bieten die Möglichkeit der in situ Konsolidierung. Es lassen sich damit Einschrittfertigungsprozesse umsetzen, aber zusätzlich auch nachgeschaltete Formgebungsprozesse realisieren.

Im Projekt *STELLAR* (Selective Tape-Laying for Cost-Effective Manufacturing of Optimised Multi-Material Components) wird eine schnelle Legetechnik entwickelt, die eine lokale Applikation von Tapes und damit eine hinsichtlich Gewicht und Kosten optimierte Bauteilgestaltung ermöglicht.

Das Projekt zielt auf eine breite Verwendung in unterschiedlichen Anwendungsfeldern ab. Dafür sind entlang der gesamten Fertigungskette die besten Expertisen im Konsortium vereinigt und diese tragen mit umfänglichem Verständnis hinsichtlich technischen Anforderungen, Wirkungs- und Verwertungsmöglichkeiten, zur gemeinsamen Zielerreichung bei.

Am Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen wird ein eigens aufgebauter Legeprüfstand verwendet, um Materialverbindungen mit definierten Verarbeitungsparametern herzustellen und zu charakterisieren. Außerdem wird an der Modellierung des Legeprozesses gearbeitet. Ein besonderer Schwerpunkt ist dabei die Beschreibung von Eigenspannungsphänomenen.

Das *STELLAR* Projekt erhält gemäß Fördervertrag Nr. 609121 eine finanzielle Unterstützung aus dem 7. Rahmenprogramm der Europäischen Union für Forschung, Technologieentwicklung und Demonstration.

The use of composite materials in structural components has become well established in a broad range of applications. The materials offer significant benefits regarding mechanical properties, weight and lifecycle balance. However, composite components are typically manufactured from a single reinforcement type (e.g. carbon or glass) and the fibre architecture is often designed to provide similar properties in each direction. This means that the structures are not fully optimized and the component costs are higher than necessary. Automated Tape Laying (ATL) of fibre-reinforced thermoplastic materials offers the potential of in-situ manufacturing in a single step without the subsequent consolidation step normally needed for the thermoset composites. They also allow the flexible manufacturing of more complex shapes by using a post-forming step.

The aim of the *STELLAR* (Selective Tape-Laying for Cost-Effective Manufacturing of Optimised Multi-Material Components) project is to develop a manufacturing process for the high-speed placement of carbon, glass or polymer fibre-reinforced matrices in selected locations in a composite structure to provide the optimum reinforcement, weight and cost profile for a component part.

The project is intended to develop a manufacturing process that is appropriate for a wide range of potential applications. The aim therefore is to create a best practice approach along the entire process chain and channel it into an industrially focused partnership. All involved parties hence fully understand the objectives of the project regarding technical requirements, impact and utilisation possibilities.

A test rig for the ATL process designed by the Chair of Processing of Composites is used and interfaces with well-defined processing parameters will be manufactured and characterized. Additionally, the placement process is modelled. A special focus will be on describing residual stress phenomena.

The *STELLAR* project receives funding from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement no. 609121.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Thöni Industriebetriebe GmbH; superTEX composites GmbH
- Förderung: National, FFG – Intelligente Produktion

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Christian Schillfahrt
christian.schillfahrt@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2715



Projekt SCT (Smart Composite Tubes)

Project SCT (Smart Composite Tubes)

Für den steigenden Einsatz von Faserverbundwerkstoffen in industriellen Anwendungen ist die Entwicklung von effizienten Verarbeitungsmethoden von besonderem Interesse. Der splineTEX-Prozess der Fa. superTEX composites GmbH bietet hier einen neuartigen Ansatz zur flexiblen und kostengünstigen Herstellung von mehrfach gekrümmten Faserverbundrohren auf Basis der Flüssigimprägnier-technologie. Im Rahmen der FTI-Initiative „Intelligente Produktion“ der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) und gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) wird in einem gemeinsamen Forschungsvorhaben unter dem Projektnamen *Smart Composite Tubes* (SCT) dieses Verfahren für eine industrielle Fertigung von komplexen Hohlkörperstrukturen weiterentwickelt (Laufzeit 01/2013-12/2015).

Aufgrund der facettenreichen Fragestellungen ist eine gesamtgesellschaftliche Prozessbetrachtung erforderlich, um das primäre Projektziel – die Realisierung einer teilautomatisierten Prototypenanlage zur flexiblen Serienherstellung von mehrfach gekrümmten Faserverbundrohren – zu erfüllen. Dies beinhaltet neben einer initialen Prozessanalyse und der Modellierung der relevanten Verfahrensschritte auch die Automatisierung von Teilprozessen sowie die Optimierung von Prozess- und Anlagentechnik.

Eine inhärente Problemstellung bei diesem Verfahren stellt das Imprägnierverhalten der trockenen Verstärkungsstruktur dar, die in erheblichem Maße wesentliche Prozesskennwerte wie z.B. Formfüllzeiten beeinflusst. Um das Füllverhalten der eingesetzten Halbzeuge gezielt zu untersuchen, wurde ein anwendungsorientierter Messaufbau entwickelt und am Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen implementiert. Für eine sichere Prozessauslegung lässt sich dadurch das Infiltrationsverhalten der verwendeten Preforms vorhersagen und bei Bedarf optimieren.

Das Projekt wird unter der Konsortialführung der Thöni Industriebetriebe GmbH in Zusammenarbeit mit den Partnern superTEX composites GmbH und dem Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen durchgeführt.

The increasing demand in composite materials for industrial applications requires the development of highly efficient processing techniques. The splineTEX process invented by the superTEX composites GmbH offers an innovative concept for flexible and low-cost manufacturing of multiple curved hollow composite structures based on liquid composite moulding techniques. In the framework of the "Intelligent Production" initiative of the Austrian Research Promotion Agency (FFG) and funded by the Austrian Ministry for Transport, Innovation and Technology (BMVIT), the joint research project *Smart Composite Tubes* (SCT) thus aims to develop the industrial manufacturing of complex hollow structures. The project managed by Thöni Industriebetriebe GmbH is carried out in cooperation with superTEX composites GmbH and the Chair of Processing of Composites. The duration of this project is scheduled from 01/2013 – 12/2015.

Due to manifold challenges, a holistic process analysis is needed to reach the main goal: the set-up of a semi-automated processing line for flexible series production of multiple curved composite tubes. Beside process analysis and modelling of relevant processing mechanisms, the automation of processing steps and optimization of processing techniques is examined.

An inherent challenge is the impregnation of the dry fibre structure during the process which for example governs the mould filling time. For characterization a special test rig has been developed at the Chair of Processing of Composites. Using this application, the infiltration behaviour of the reinforcing structure can be predicted.



AUF EINEN BLICK

Partner: Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co KG; Österreichisches Gießerei Institut; PCCL GmbH; FACC AG; 4a manufacturing GmbH; Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik (TU Wien)

Ansprechpartner:
Dimitrios Kastanis, MSc
dimitrios.kastanis@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2703



Projekt CULT (Cars' Ultralight Technologies)

Project CULT (Cars' Ultralight Technologies)

Am Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen wurde die Prozesstechnik zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoffbauteilen unter den Randbedingungen des automobil Umfelds bewertet. In einem Benchmark wurden verschiedene Verfahren hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Eignung zur Umsetzung ausgewählter Komponenten untersucht. Für unterschiedliche Stückzahlenszenarien wurden dabei die zu bevorzugenden Prozessketten identifiziert. In einer weitergehenden Analyse wurden zudem Optimierungspotenziale aufgezeigt, z.B. im Hinblick auf Reduzierung der Zykluszeiten. Mittels Fertigungsversuchen wurde eine Verifizierung vorgenommen.

Am Beispiel der Bodengruppe für das Konzeptfahrzeug *CULT* (Cars' Ultralight Technologies) wurden verschiedene Prozessketten definiert und eine Wirtschaftlichkeitsanalyse durchgeführt, die unter Annahme verschiedener Automatisierungsgrade die Auswahl der stückzahlabhängigen optimalen Technologie erlaubt. Erprobungsträger wurden sowohl in Harzinfusionstechnologie als auch mittels Handlaminierten gefertigt.

Das Projekt *CULT* wurde unter der Konsortialführung der Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co KG und in Zusammenarbeit mit den Partnern Österreichisches Gießerei-Institut, Polymer Competence Center Leoben GmbH, FACC AG, 4a manufacturing GmbH und dem Institut für Fahrzeugantriebe und Automobiltechnik der TU Wien durchgeführt.

Am 12. September 2013 wurde das Projekt *CULT* mit dem österreichischen „Staatspreis Mobilität 2013“ in der Kategorie „Forschen, Entwickeln, Neue Wege weisen“ ausgezeichnet.

CULT ist ein modernes, erdgasbetriebenes Leichtbaufahrzeug mit signifikant reduziertem CO₂-Ausstoß. Eine fahrbare Version des *CULT* hat ihre Premiere auf dem Automobilsalon Genf 2014 gefeiert.

Das Projekt wurde durch den Klima- und Energiefonds im Rahmen des Programms „NEUE ENERGIEN 2020“ gefördert.

At the Chair of Processing of Composites, the process technology for the production of fibre reinforced polymer components for the automotive sector was evaluated. In a benchmark, different processes were examined in regard to their basic applicability for the implementation of selected components. For different quantities the preferred process chains were thus identified. In a continued analysis the room of improvement was assessed in regard of e.g. the reduction of cycle time. Results were verified by means of manufacturing tests.

Based on the example of an underbody structure for the concept vehicle *CULT* (Cars' Ultralight Technologies), different process chains were defined and an economic analysis was performed which allows the selection of the unit-dependent optimal technology, assuming different degrees of automation. Test parts were manufactured both by resin infusion technology and by hand lay-up.

The *CULT* project was carried out under the lead management of Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co KG in cooperation with the Austrian Foundry Institute, the Polymer Competence Center Leoben GmbH, the FACC AG, the 4a manufacturing GmbH and the Institute for Powertrains and Automotive Engineering at the Vienna University of Technology.

On September 12th 2013, the *CULT* project was awarded the Austrian "State Prize for Mobility 2013" in the category "Research. Development. Lead new ways".

CULT is a modern, lightweight gas-powered vehicle with significantly reduced CO₂ emissions. A drivable version of the *CULT* celebrated its premiere at the Geneva Motor Show 2014.

The project received funding from the Austrian "Klima- und Energiefonds" within the framework of the "NEUE ENERGIEN 2020" program.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Mahle Filtersysteme GmbH; Leistritz Extrusionstechnik GmbH; Poloplast GmbH & Co KG; Johannes Kepler Universität Linz
- Förderung: National, FFG – Bridge

Ansprechpartner:
Dr. Markus Battisti
markus.battisti@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2903



Verbesserung der mechanischen Eigenschaften durch den Einsatz dehnströmungserzeugender Düsen Improvement of mechanical properties using elongational flow generating nozzles in the injection moulding compounding process

Polymer Nanocomposites (PNCs) stellen eine der zurzeit am intensivsten erforschten Werkstoffklassen in Kunststofftechnik und Werkstoffwissenschaft dar. Sie setzen sich aus dem organischen Grundpolymer und einem anorganischen Nanofüllstoff zusammen. Das Spritzgießcompounding kombiniert zwei der wichtigsten Verarbeitungsprozesse der Kunststoffverarbeitung. Arbeitsschritte, die normalerweise örtlich und zeitlich getrennt stattfinden.

Die aktuellen Forschungsaktivitäten am Lehrstuhl für Spritzgießen von Kunststoffen beschäftigen sich mit der Verarbeitung von schichtartigen Zusatzstoffen (Schichtsilikaten) mit Hilfe des Spritzgießcompoundingprozesses sowie der Verbesserung der Dispergierung der Nanopartikel in der Kunststoffmatrix der PNCs durch gezielte Erzeugung von Dehnströmungen. Mit diesem Verfahren und der Integration von Dehnströmungen ist es möglich, PNCs auf ein erstaunlich hohes mechanisches Eigenschaftsniveau zu heben, die Kriechbeständigkeit zu verbessern und dabei auch in ökologischer Sicht zu punkten (minus 30 % im Carbon Footprint, verglichen zum 2-stufigen Masterbatchprozess).

Im Speziellen geht es um den Einsatz von unterschiedlichen konischen und hyperbolischen Maschinendüsen, welche auf Grund ihrer besonderen hyperbolischen Form die Verteilung der eingesetzten nanoskaligen Schichtsilikate verbessern. Neben der Einsparung von Prozessschritten können die mechanischen Eigenschaften (vor allem der E-Modul) von PNCs in Abhängigkeit der verwendeten Materialien und Düsengeometrien um bis zu 60 % gegenüber den Basis PP-Typen gesteigert werden. Der durch die Düsen nötige Druck-Mehrbedarf ist relativ gering, und somit steht einer industriellen Anwendung verarbeitungs- und kostenmäßig nichts mehr im Wege.

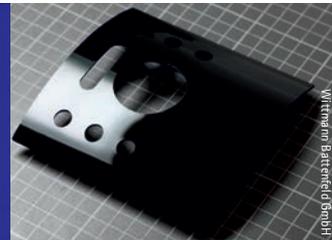
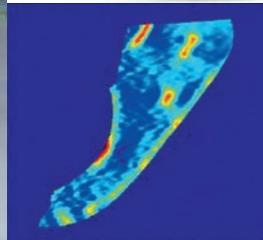
Diese Ergebnisse überzeugten auch einige Unternehmen, welche in einem dreijährigen FFG-Forschungsprojekt gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Spritzgießen von Kunststoffen der Montanuniversität Leoben und dem Institut für Kunststoffextrusion und Compounding der Johannes Kepler Universität in Linz an der Weiterentwicklung dieses Systems arbeiten.

Polymer nanocomposites (PNCs) currently represent one of the most intensively studied class of materials in polymer and material science. PNCs consist of the basic organic polymer and an inorganic nanofiller. Compounding and injection moulding are processes which normally take place locally and temporally separated from one another at the raw material supplier and the product manufacturer. These processes are now combined with the aid of an injection moulding compounding (IMC) system which is used for the manufacturing of PNCs.

Current research activities of the Chair of Injection Moulding of Polymers deal both with the processing of layered silicates using the injection moulding compounder and the improved dispersion of nanoparticles in the polymer matrix of PNCs through specific integration of elongational flows. With the injection moulding compounder and the integration of elongational flows it is possible to considerably improve the mechanical properties like Young's modulus, yield stress, creep resistance and also score from an ecological standpoint. A 30% reduction of the carbon footprint compared to the 2-step masterbatch process could hence be achieved.

This particular case deals with the use of different conical and hyperbolic nozzles which due to their special geometry improve the distribution of layered silicates. In addition to the reduction of process steps, the mechanical properties (Young's modulus) of PNCs depending on the used geometry can be improved by up to 60% compared to the base polymer. The additional pressure is relatively low and thus there is nothing to prevent industrial implementation in terms of processing and costs.

These results convinced several companies which now work together with the Chair of Injection Moulding of Polymers and the Institute of Polymer Extrusion and Compounding in a three year FFG research project on the further development of this system.



AUF EINEN BLICK

SurfaceVision: Weltweit erstes wahrnehmungsnahes Vollinspektionssystem für Spritzgussteile. – World's first full inspection machine vision system for injection molded parts.

Ansprechpartner:
Dr. Dieter P. Gruber
dieter.gruber@pccl.at
+43 3842 42962 28



„Measuring the Visible“ – Wahrnehmungsnahe Inspektion von Oberflächeneigenschaften

„Measuring the Visible“ – surface inspection close to human vision

Die Erfassung von großen Flächen, wie sie z.B. bei Blendenelementen des Automobil-Interieurs auftreten, stellt eine sehr große Hürde dar und in die Produktion integrierte Qualitätssicherungssysteme für eine Vollprüfung des Erscheinungsbildes von Kunststoffoberflächen sind daher am Markt nicht verfügbar.

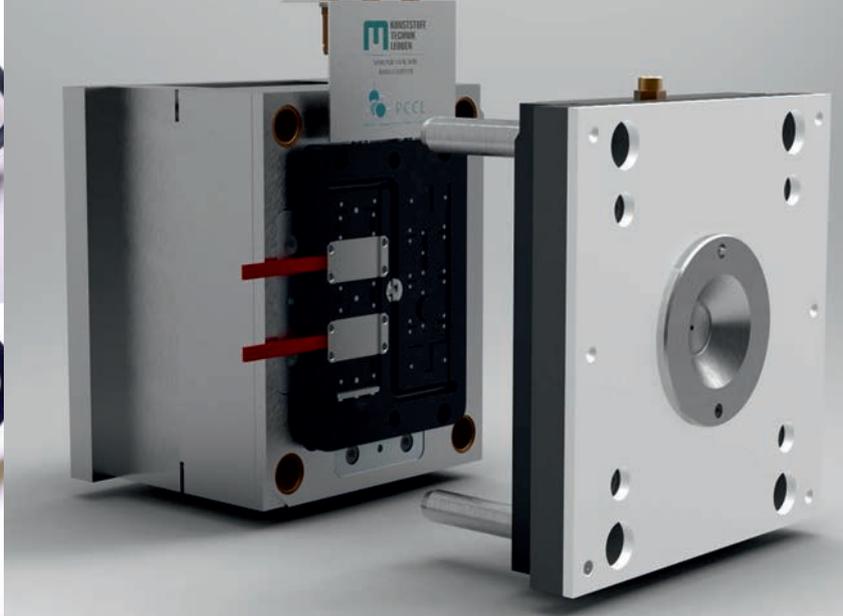
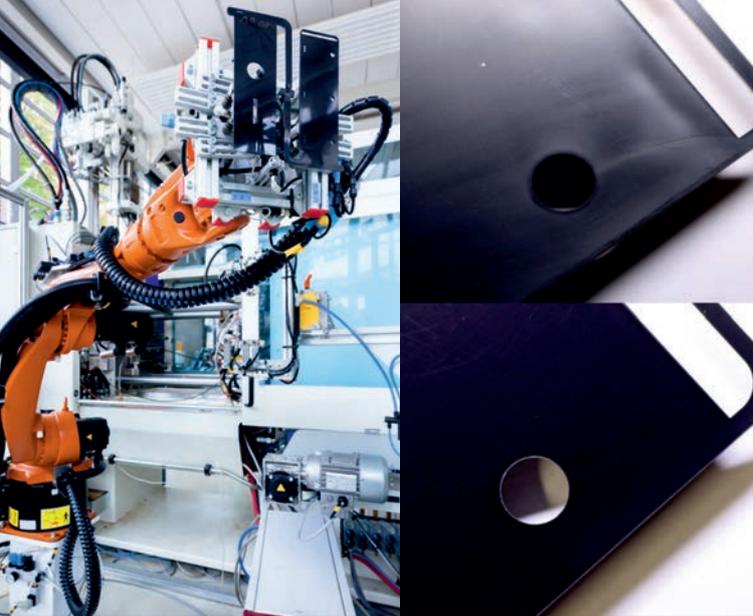
Ein am PCCL entwickeltes „künstliches Auge“ ermöglicht erstmals eine automatische, schnelle und reproduzierbare Messung der visuellen Wirksamkeit von Oberflächenfehlern während der Produktion. Das Inspektionssystem gilt als bahnbrechende Neuheit, da es gelungen ist, mehrere wesentliche Probleme klassischer Inspektionssysteme zu lösen: Zum Ersten ist eine wahrnehmungsnahe automatische Prüfung von beschichteten und mit Printmustern versehenen Komponenten möglich. Zum Zweiten konnte die messtechnische Erfassung von Komponenten mit gekrümmten Oberflächen realisiert werden. Zum Dritten wurde eine objektive und dennoch der menschlichen Wahrnehmung entsprechende vollständige Qualitätsprüfung realisiert. Im Bereich der Einfallstelledetektion wurde im Jahr 2014 eine Dissertation abgeschlossen (Johannes Macher, „Sink mark detection on highly reflective plastic surfaces“, Lehrstuhl für Spritzgießen, Betreuung durch Dieter P. Gruber und Walter Friesenbichler).

Weiters kann mit Hilfe dieses Systems die Energieeffizienz der Herstellungsprozesse selbst optimiert werden. Bei üblicherweise sehr hohen Stückzahlen stellen hohe erforderliche Prozesstemperaturen und Spritzgussdrücke einen enormen Kostenfaktor dar. Das System ermöglicht die systematische Optimierung dieser Prozessparameter. Für diese Entwicklung wurden bisher 8 Patente erteilt. 2 weitere Patente wurden eingereicht. Die Ergebnisse der Forschung wurden auf mehreren Messen vorgestellt und in insgesamt rund 30 wissenschaftlichen Artikeln publiziert.

To score sales in the billions depends for most products on the quality of the visual impression they make on the consumers. Few industry sectors can be excluded, neither the automotive industry, nor consumer electronics or home care products. In this context, the human visual system still serves as a differentiating optical "meter". However, a surface assessment relying purely on the visual perception of humans is inadequate because it is at the mercy of subjective factors, such as the assessors' experience and their performance on a particular day. Integrated quality assurance systems for a full examination of the appearance of curved high quality plastic surfaces were previously not present in production processes. In the field of injection moulding, local defects and scratches on flat parts could thus have been observed. To metrologically detect large areas of automotive or aircraft interiors presented a major challenge, particularly because these components are generally curved, making it widely considered an unsolvable problem.

At the PCCL in cooperation with the Chair of Injection Moulding of Polymers, the world's first full inspection system for plastic surfaces was developed. Thereby, several problems have been addressed and solved. First, the detection and evaluation of defects on high-gloss surfaces was achieved. Second, solutions for the analysis of complex structured surfaces with superimposed topographic defects, such as sink marks, were found. Third, the system enables the precise measurement and evaluation of different gloss-related aspects of surface reflection, even of high gloss surfaces. Fourth, a solution was found to allow complete and human-like perception-capture in-line. Parts of this project were carried out in the framework of a thesis (Johannes Macher, "Sink mark detection on highly reflective plastic surfaces", Chair of Injection Moulding of Polymers, Supervisors: Dieter P. Gruber and Walter Friesenbichler).

For the inspection system eight patents have been granted; two more have been filed. The results of the research work have been published in 30 scientific articles and were presented at several scientific conferences.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Wittmann-Battenfeld GmbH; Schöfer GmbH; Pollmann Austria GmbH; Ernst Wittner Ges.m.b.H
- Förderung: National, FFG – COMET

Ansprechpartner:
Ass.Prof. Dr. Gerald R. Berger
gerald.berger@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2904



Einfluss variothermer Werkzeugtemperierung auf die Oberflächengüte von Kunststoffbauteilen Influence of rapid heat cycle moulding on the surface quality of injection moulded parts

Das optische Erscheinungsbild von Kunststoffbauteilen gewinnt mit der steigenden Anzahl an Hochglanzanwendungen in Marktsegmenten wie Automotive Interior und Consumer Electronics neben der Erfüllung der geforderten technischen und mechanischen Anforderungen immer mehr an Bedeutung. Durch variotherme Werkzeugtemperierung können diese Anforderungen zu großen Teilen erfüllt werden. Probleme vieler am Markt eingesetzter Variotherm-Techniken sind ungleichmäßige Temperaturverteilung, hoher Energiebedarf für Heizen und Kühlen, Verlängerung der Zykluszeit und (oder) hohe Investitionskosten.

Aus diesem Grund wurde ein energieeffizientes, hochdynamisches Variotherm-System entwickelt, das auf dem Prinzip der Joule'schen Erwärmung basiert. Durch die Aufbringung von funktionalisierten Beschichtungen auf Bereiche von Spritzgießwerkzeugen kann die Werkzeugoberfläche, die mit der Kunststoffschmelze in Kontakt tritt, mit dem entwickelten System direkt erhitzt werden, während die Kühlung durch konventionelle Systeme erfolgen kann.

Ein weiterer Schwerpunkt wurde auf die Charakterisierung der Auswirkungen einer variothermen Temperierung auf die Oberflächenqualität von Kunststoffteilen gelegt. Dazu wurde ein Spritzgießwerkzeug mit zwei integrierten Variotherm-Technologien entwickelt. Mehrere positive Effekte der variothermen Prozessführung, wie die Verringerungen der Einfallstellentiefe und die Steigerung der Abformung der Werkzeugoberfläche, wurden analysiert und nachgewiesen.

Des Weiteren wurde im Zuge dieser Arbeit auch das komplexe Zusammenspiel von Temperaturen und thermischen Stoffeigenschaften als Einflussgrößen auf die Oberflächengüte, auch in Verbindung mit Füllstoffen, beleuchtet. Es konnte gezeigt werden, dass variotherme Werkzeugtemperierung in der Lage ist, gute Oberflächenqualitäten auch bei der Verwendung von Füllstoffen zu erzielen.

Dieses Projekt wurde am PCCL federführend von Dr. Gernot Pacher durchgeführt.

The visual appearance of plastic parts in addition to fulfilling other technical and mechanical requirements continuously gains importance due to applications increasingly demanding high-gloss surface finishes in market segments like the automotive industry or consumer electronics. Rapid Heat Cycle Moulding (RHCM) fulfils many of those demands. Most established RHCM technologies lead to either irregularities in temperature distribution, inefficient use of energy for heating and cooling, prolonged cycle times and/or high costs of acquisition.

To address these issues, this project focuses on the development of a highly efficient RHCM-system using Joule-heating of functional mould coatings. The coating system comprises several layers: The heating layer is forming the cavity surface so that the polymer melt has direct contact with the hot surface during injection. The cooling of the mould can be implemented using conventional mould temperature controllers.

Furthermore, characterization and evaluation of the effects of RHCM on the surface quality of injection moulded plastic parts are studied. To enable investigations on the effects of RHCM on part surface quality, an injection mould including two RHCM technologies was developed and built. Various positive effects of RHCM, especially reduction of sink marks and improvements on the mould surface replication were analysed and confirmed.

Moreover, this project covers the complex interconnections of temperatures, filler types and thermal properties as factors influencing part surface quality. It was demonstrated that RHCM enables the manufacturing of adequate surface finishes, although glass-filled polymers were used.

This project was carried out at the Polymer Competence Center Leoben by Dr. Gernot Pacher.



AUF EINEN BLICK

- Effizientere Produktion
- SGC-Prozess: CO₂ Einsparung bei 30 %

Ansprechpartner:
Dr. Markus Battisti
markus.battisti@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2903



Ökobilanz des Spritzgießcompoundierprozesses

Life-cycle assessment of an injection-moulding compounding process

Unter Ökobilanzierung wird die systematische Analyse der Umweltwirkung von Produkten während des gesamten Lebensweges verstanden. Zu dieser Analyse gehören sämtliche Umweltwirkungen während der Produktion, der Nutzungsphase und der Entsorgung des Produktes sowie die damit verbundenen vor- und nachgeschalteten Prozesse. Zu diesen Umweltwirkungen werden alle relevanten Entnahmen aus der Umwelt (z. B. Erze, Rohöl) sowie die Emissionen in die Umwelt (z. B. Abfälle, Kohlenstoffdioxidemissionen) gezählt.

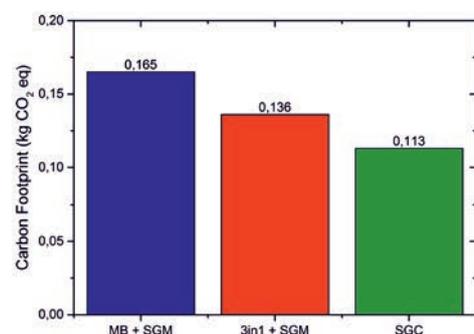
Zielsetzung dieser Ökobilanzierung war eine vergleichende Betrachtung des Spritzgießcompoundier-Prozesses mit einem konventionellen Prozess zur Herstellung von Polymer-Nanocompositen (PNC). Dieses „Ökoscreening“ soll in weiter Folge als Ausgangspunkt für weitere Betrachtungen an Praxisbauteilen dienen. Für die Erstellung der Sachbilanz mit den benötigten Ressourcen für die Herstellung des Bauteils (Material, Wasser, Strom usw.) und der „Schadstoffe“, welche in der Produktion anfallen, wurden Daten aufgezeichnet bzw. einer Datenbank entnommen. Die Analyse der Ökobilanz erfolgte mit der IPCC GWP 100a – Methode, mit welcher das Treibhauspotential oder CO₂-Äquivalent (Carbon Footprint) eines Produkts analysiert wird.

Das dargestellte Diagramm zeigt die Ergebnisse der Ökobilanzierung. MB + SGM bezeichnet bei diesem Screening die konventionelle Herstellung (Compoundieren + Spritzgießen) mit einem vorgeschalteten MB-Prozess (3 Plastifiziervorgänge), 3in1 + SGM bezeichnet die konventionelle Herstellung mit der simultanen Eindsosierung aller Compoundbestandteile (2 Plastifiziervorgänge) und SGC ist der 1-stufige Spritzgießcompoundierprozess (1 Plastifiziervorgang). Es ist gut zu erkennen, dass mit Hilfe des SGC-Prozesses ca. 30 % des Ausstoßes an CO₂ Äquivalenten gegenüber dem normalerweise in der Industrie eingesetzten MB + SGM Prozess reduziert werden kann.

Life-cycle assessment (LCA) is a technique to assess environmental impacts associated with all stages of a product's life from cradle to grave (i.e. from raw material extraction through material processing, manufacturing, distribution and use to disposal or recycling). LCA hereby compares the environmental effects assignable to products and services by quantifying all inputs and outputs of material and energy flows. This information can be used to improve both, products and processes.

The study is aimed at an environmental comparison of an injection-moulding compounding process and a conventional 2-step process (compounding + injection moulding). In this case, both processes had to fabricate polymer nanocomposites based on PP. A life cycle inventory (= quantitative data of material and energy flows) was generated using primary data (measurements etc.) and secondary data (ecoinvent 3.0 data base). To quantify the environmental impact, the IPCC GWP 100a method was chosen to evaluate the life cycle inventory. Results of this method are commonly known as carbon footprints.

The figure below shows the main results of this study. Here, MB + SGM indicates the conventional process in combination with an upstream pre-mixing (3-fold plastification), 3in1 + SGM represents the conventional process with an online feeding system for additives (2-fold plastification) and SGC is the all-in-one injection moulding compounding process in which only one-time plastification is needed. The use of SGC can therefore reduce the CO₂ eq. output by 30% compared to the MB + SGM process.





AUF EINEN BLICK

- Partner: PCCL GmbH; Department of Chemistry der Universität Sheffield (UK); Durst Phototechnik Digital Technology GmbH
- Förderung: National, Christian Doppler Forschungsgesellschaft

Ansprechpartner:
Assoz.Prof. Dr. Thomas Griesser
thomas.griesser@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2358



Thiol-basierende Reaktionen zur photochemischen Strukturierung von Polymeren und Proteinen

Thiol-based reactions for photopatterning of polymers and biomolecules

In den letzten Jahren ist das Interesse an der Thiol-En Chemie zur Funktionalisierung von Oberflächen im Bereich der Materialwissenschaft und der Biotechnologie stark gestiegen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass diese Reaktionen einen sogenannten „click“-Charakter aufweisen, sodass auch komplexe Moleküle und hierarchische Strukturen kontrolliert aufgebaut werden können. Eine ganze Reihe von Thiol-basierenden Reaktionen, darunter die Thiol-En, Thiol-In, Thiol-Isouthiocyanat und Thiol-p-Flourstyrol Prozesse, erfüllen das Kriterium derartiger „click“-Reaktionen. Derartige Reaktionen stellen eine interessante Alternative zur bekannten Alkin-Azid Kopplungschemie (Sharpless 2001) dar, die Kupfersalze als Katalysator erfordert. Allgemein eignen sich Thiol-En Reaktionen hervorragend zur Funktionalisierung von Oberflächen.

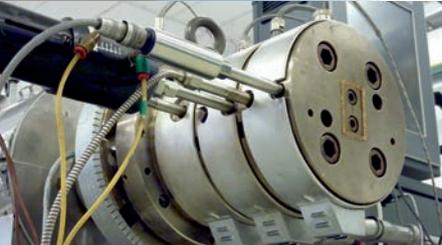
In unserer Forschung werden beispielsweise Mercapto-terminierte Silane, die an oxidische Oberflächen gekoppelt sind, mit lithographischen Verfahren (Masken- und Interferenzlithographie) strukturiert, wobei eine photoinduzierte Oxidation zur Bildung polarer Sulfonatgruppen führt. An den Sulfonatgruppen können aminfunktionelle Moleküle gekoppelt werden. An den intakten Mercaptogruppen können Methacrylate, z.B. Protein-resistente Poly(oligoethyleneglycolmethacrylat) (POEGMA) aufpolymerisiert werden, wodurch „brush“ Strukturen erhalten werden. Unter Ausnutzung beider Reaktionswege kann in lithographisch definierten Strukturen an den photochemisch generierten Sulfonatgruppen aminfunktionelle Nitrilo-Triessigsäure (NH₂-NTA) gekoppelt werden, die eine orts aufgelöste Kopplung des green fluorescent protein (GFP) ermöglicht, während die Kopplung von POEGMA an die Mercaptogruppen die unspezifische Adsorption von Proteinen in den unbelichteten Bereichen verhindert.

Die Vielfalt der Thiol-Chemie ermöglicht auf diese Art die Herstellung von komplexen Proteinstrukturen auf beliebigen Oberflächen, wobei eine Auflösung im Sub-Mikrometer Bereich realisiert werden kann. Diese Forschung wird am Christian Doppler Labor für funktionelle Druckertinten auf Polymerbasis in enger Zusammenarbeit mit dem Polymer Competence Center Leoben (PCCL) und dem Department of Chemistry der Universität Sheffield (UK; Prof. G. Leggett) ausgeführt.

Recent years have seen an increasing interest in the use of thiol-based chemistry for surface conjugation in material science and biotechnology. This can mainly be explained by the “click”-like behaviour of these reactions which enables the modular preparation of complex and highly functional molecules. A series of thiol-based reactions, including the thiol-ene, thiol-yne, thiol-isocyanate, and thiol-para-fluorostyrene processes, fulfil most of the characteristics of modular click reactions. They provide an interesting alternative to the widely-used copper-catalysed azide/alkyne click chemistry introduced by Sharpless in 2001. Moreover, thiol-ene chemistry provides a versatile tool for surface functionalisation.

In current research, mercaptosilane films were patterned by UV-induced photo-oxidation of the thiol to yield sulfonate groups via contact and interferometric lithography. These photo-generated sulfonic acid groups were used for a selective immobilization of amino-functionalised molecules. Moreover, protein-resistant poly(oligoethyleneglycolmethacrylate) (POEGMA) brushes were grown from the intact thiol groups by a surface-induced polymerization reaction. Exploiting both reactions, it is possible to couple amino-labelled nitrilotriacetic acid (NH₂-NTA) with sulfonate-functionalized regions, enabling the site-specific binding of green fluorescent protein (GFP) to regions defined lithographically, while exploiting the protein-resistant character of POEGMA brushes to prevent non-specific protein adsorption to previously masked areas.

The outstanding reactivity of thiol groups paves the way towards novel strategies for the fabrication of complex protein nanopatterns beyond thiol-ene chemistry. This research is performed in the Christian Doppler Laboratory for Functional and Polymer Based Inkjet Inks in close co-operation with the Polymer Competence Center Leoben (PCCL) and the Department of Chemistry at the University of Sheffield (UK; Prof. G. Leggett).



AUF EINEN BLICK

- Partner: battenfeld-cincinnati Austria GmbH
- Förderung: Eigenforschung

Ansprechpartner:
Dr. Ivica Duretek
ivica.duretek@unileoben.ac.at
+43 3842 402 3518



Stoffdaten und Fließverhalten von WPC in einer Extrusions-Profildüse

Material data and flow behaviour of WPC in a extrusion profile die

Die wachsende Nachfrage nach Holz-Thermoplast-Verbunden (WPC) führte zu neuen Gestaltungs- und Funktionalitätsmöglichkeiten des Endprodukts und stellt einen bedeutenden und wachsenden Teil der Kunststoffindustrie dar. Der größte Teil der WPC-Produktion erfolgt mit Profilextrusion. Die Gestaltung des Düsenkanals des gewünschten Produktes stellt für den Extrusionsprozess eine äußerst komplexe Aufgabe dar und erfordert eine genaue Kenntnis des Fließverhaltens sowie Erfahrung und technisches Know-How.

Das Fließverhalten von WPC ist stark abhängig vom Füllstoff- und Feuchtigkeitsgehalt der Holzpartikel.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden die rheologischen Daten von vor- und ungetrockneten WPC am Hochdruckkapillarrheometer mit der Schlitzdüse bei unterschiedlichen Spalthöhen gemessen.

Mit den gemessenen Daten wurde der Druckabfall entlang einer Profildüse bei verschiedenen Massedurchsätzen mit Hilfe der Finite-Differenzen-Methode und 3D-FEM berechnet und mit den experimentellen Ergebnissen verglichen.

Für die Bestimmung der Scherviskosität wurde ein Optimierungsverfahren verwendet, welches die Beschreibung des Fließverhaltens von WPC beim Auftreten von Wandgleiten ermöglicht.

Die Untersuchungen zeigen deutlich die Bedeutung der Verwendung der Viskositäts- und Gleitkoeffizienten in der Simulation beim Auftreten von Scherfließen mit überlagertem Wandgleiten.

Increasing demand for wood plastic composites (WPC) has introduced considerable design and functionality options for the end-product. Furthermore, WPCs occupy a significant and growing part of the plastic industry. A common method for manufacturing WPC parts is via profile extrusion. The design of the die channel for the desired product is a very complex task for the extrusion process which requires detailed knowledge of flow behaviour as well as experience and technical know-how.

The flow behaviour of WPC strongly depends on the wood filler content as well as on the moisture content of the wood particles.

Within the framework of a research project, the rheological data of pre-dried and undried WPC samples were measured using a high pressure capillary rheometer equipped with slit dies of different gap heights.

The data were incorporated in finite-difference and 3-dimensional FEM analyses in order to predict the pressure drop along a profile die and were then compared to measurements on an extruder at different flow rates.

An optimization procedure was used to evaluate the shear viscosity which was found to be capable of capturing the flow behaviour of the WPC in the presence of wall slippage. This research clearly points out the significance of using a combination of shear and plug flows in such simulations through applying shear viscosity and wall slippage coefficients, respectively.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Industriepartner
- Förderung: National, FFG – Bridge

Ansprechpartner:
 Ass.Prof. Dr. Gisbert Rieß
 gisbert.riess@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2311



Härtung von Composit-Werkstoffen durch strahlungsbasierende Prozesse

Curing of composites by radiation induced processes

Zu den strahlungsbasierenden Techniken für die Härtung von Composit-Werkstoffen zählen Lichtreaktionen sowie Verfahren, bei denen ionisierende Strahlung (v.a. Elektronen- und Röntgenstrahlung) zum Einsatz kommen. Die dabei ablaufenden Reaktionen zur Härtung der Harzkomponenten basieren entweder auf radikalischen oder auf ionischen Mechanismen, die sich grundlegend von den üblichen thermischen Härtungsverfahren bei Epoxidharzen unterscheiden. Während radikalisch härtende Harze, vorwiegend Acrylharze und auch Thiol-En Systeme, seit den 1980er Jahren ihre Domäne im Bereich der Beschichtungen und Druckfarben besitzen, sind erst in den letzten Jahren Anwendungen zur Strahlhärtung (unter Elektronen- und Röntgenstrahlung) von technischen Compositen und Hybridmaterialien für die Luftfahrtindustrie bekannt geworden.

Bei kationisch strahlenhärtbaren Harzen werden Epoxidmonomere oder Vinylether zum Aufbau des Harzes verwendet. Zur Auslösung der Härtungsreaktion werden Photoacid-Generatoren (PAGs) zugesetzt, die unter Bestrahlung „Super Acids“ (wie z.B. H^+ PF₆⁻) generieren und eine kationische Polymerisation der Epoxid- bzw. Vinylether-Monomere initiieren. Je nach Funktionalität der Monomere entstehen lineare Polymere oder vernetzte Strukturen (Duomere). In unserem Forschungsprojekt wird untersucht, inwieweit sich durch ionisierende Strahlung initiierte Polymerisationsreaktionen zur Aushärtung von Compositen eignen. Besonders vorteilhaft stellt sich hier die große Eindringtiefe von Röntgenstrahlung dar, sodass auch dickwandige Compositeteile gehärtet werden können.

Einen Schwerpunkt der Untersuchungen bildet der Vergleich der Compositeigenschaften, wenn thermisch, mit Röntgenstrahlung, mit Elektronenstrahlung oder auch kombiniert gehärtet wird. Ein besonderes Augenmerk kommt hier dem erzielbaren Monomerumsatz zu, wobei eine effiziente Durchhärtung in möglichst kurzer Zeit angestrebt wird. Weiters werden die Reaktionen an den inneren Grenzflächen des Composites betrachtet. Diese Forschungsarbeit wird im Rahmen eines von der FFG geförderten Projektes durchgeführt.

Radiation-induced processes for the curing of resins and composites comprise light-driven transformations as well as reactions induced by e-beam, X-ray or gamma radiation. The curing reactions are based either on free radical reactions (e.g. for acrylic and methacrylic resins) or on ionic processes, which are fundamentally different from the conventional thermal curing mechanisms in epoxy resins. Whilst resins that are UV curable via free radical mechanisms have found widespread applications in the coatings and printing ink industry (e.g. using acrylic or thiol-ene resins) since the 1980s, the application of radiation techniques in the field of aerospace composites and hybrid materials has only become known in the past few years.

Since the 1990s, cationic curable resins have been developed that are most often based on epoxy and vinyl ether monomers. Typically, the curing reaction is initiated by so-called photoacid generators (PAGs) that produce "super acids" (e.g. H^+ [SbF₆]⁻) upon radiation and initiate the polymerization of epoxy or vinyl ether monomers to result in linear polymers or – in the case of multi-functional monomers – cross-linked polymers (duomers). This research project investigates how processes initiated by ionizing radiation can be utilized for an efficient curing of composites. A particular feature is the large penetration depth of X-rays which renders the curing of thick-walled composite parts feasible.

A special focus of this research is on the comparison of composites that have been cured thermally by X-rays, by e-beam or in a combined approach. Regarding efficiency, a high monomer conversion in short reaction times is aimed at. Moreover, the reactions at the inner surfaces of composites are of particular interest. This research is performed within the framework of a project funded by the Austrian Research Promotion Agency (FFG).



AUF EINEN BLICK

- Partner: Universität Paderborn (D)
- Förderung: Programm zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)

Ansprechpartner:
 Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Kern
 wolfgang.kern@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 2301



Molekulare Beschichtungen von Formen und Werkzeugen für die Kunststoffverarbeitung

Molecular coating of moulds and dies for polymer processing

Die Beschichtungen von Werkzeugen und Formen, die in der Kunststoffverarbeitung eingesetzt werden, müssen verschiedene Anforderungen erfüllen. Insbesondere sollen Beschichtungen verschleißmindernde und antiadhäsive Eigenschaften aufweisen und auch die Reduktion von Entformungskräften bewirken. Zur Zeit ist die Beschichtung von Werkzeugstählen mit anorganischen Beschichtungen (z.B. CrN und TiN) vorherrschend, wobei diese Beschichtungen in aufwändigen Vakuumverfahren abgeschieden werden. Aufgrund des polaren Charakters von rein anorganischen Beschichtungen sind die Möglichkeiten zur Erzielung antiadhäsiver Eigenschaften beschränkt.

In diesem Projekt werden Werkzeugstähle mit Alkyl- und Perfluoralkylsilanen an der Oberfläche funktionalisiert, wobei eine Prozessführung über die Flüssigphase untersucht wird. Von besonderer Bedeutung sind nicht nur die Oberflächeneigenschaften (Grenzwinkel von Kontaktflüssigkeiten), sondern auch die Lebensdauer und die Beständigkeit solcher Beschichtungen. Nach einer oxidierenden Aktivierung werden die generierten Hydroxylgruppen zur Immobilisierung von Silanen genutzt. Ein Schwerpunkt der Untersuchungen ist die thermische Langzeitstabilität der Beschichtungen, um die Anwendbarkeit für die Thermoplastverarbeitung (z.B. von PC und PA) zu evaluieren. Hierbei wird die Stabilität in Abhängigkeit von der molekularen Struktur der Beschichtung, der Schichtdicke und Anwesenheit/Abwesenheit von Sauerstoff geprüft.

Mit ausgewählten Silanen kann eine hohe thermische Beständigkeit solcher Beschichtungen erreicht werden. Eine vorteilhafte Eigenschaft ist die Möglichkeit, die Silanbeschichtung der Werkzeuge zu regenerieren, wobei diese Prozesse einfach und ohne kritische Chemikalien ausgeführt werden können. Dieses Projekt der Forschungsvereinigung Verfahrenstechnik wird gemeinsam mit der Universität Paderborn (Prof. G. Grundmeier und Prof. E. Moritzer) durchgeführt und durch die AiF im Programm zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) gefördert.

The coatings of moulds and dies in polymer processing have to fulfil several particular requirements. Coatings should primarily exhibit wear-reducing properties and anti-adhesive behaviour and also reduce demoulding forces. Currently, the coating of tool surfaces is based on vacuum techniques which are used to generate thin inorganic layers (e.g. CrN and TiN) in the micro-metre range. However, for purely inorganic coatings the generation of anti-adhesive effects is limited due to their high polarity.

In this research project, tool steels are surface modified with various alkyl and perfluoroalkyl silanes from the liquid phase. In particular, these molecular coatings are investigated with respect to adhesive properties, durability and long-term stability. Tool steel surfaces are pre-treated to create hydroxyl groups on the surface ("activation"), followed by the reaction of the hydroxyl groups with organosilanes. It is shown that the surface energy of steel surfaces can be reduced significantly by the application of organosilanes. Using physico-chemical methods, the thermal stability of the silane layers is studied at 290°C in order to evaluate the applicability of such coatings in the processing of thermoplastics (e.g. PC and PA). The stability is examined as a function of the structure of the modifying organosilane, layer thickness, and absence/presence of oxygen during the ageing test.

When appropriate molecular structures and application techniques are selected, anti-adhesive silane layers exhibit a surprising thermal stability. Most importantly, a renewal of silane coatings can be achieved in a convenient process without employing any critical or toxic chemicals. The research is conducted together with the University of Paderborn (Profs. G. Grundmeier and E. Moritzer) within a project of the Forschungsvereinigung Verfahrenstechnik (funded by AiF within a programme of the IGF).



AUF EINEN BLICK

- Partner: HOERBIGER Ventilwerke GmbH & Co KG
- Förderung: Auftragsforschung

Ansprechpartner:
Ass.Prof. Dr. Thomas Lucyshyn
thomas.lucyshyn@unileoben.ac.at
+43 3842 402 3510



Performance Steigerung von hochbelasteten Kunststoffbauteilen mit Bindenähten

Performance improvement of highly loaded plastic parts with weld lines

Kurzfaserverstärkte Hochtemperatur-Thermoplaste wie zum Beispiel carbonfaserverstärktes PEEK werden für hochbeanspruchte Bauteile eingesetzt (z.B. Ventildichtelemente als wichtige Komponenten in Kompressoren). Die grundsätzlich ausgezeichneten mechanischen Eigenschaften solcher Materialien werden durch das Auftreten von Bindenähten im Spritzgießprozess drastisch verschlechtert.

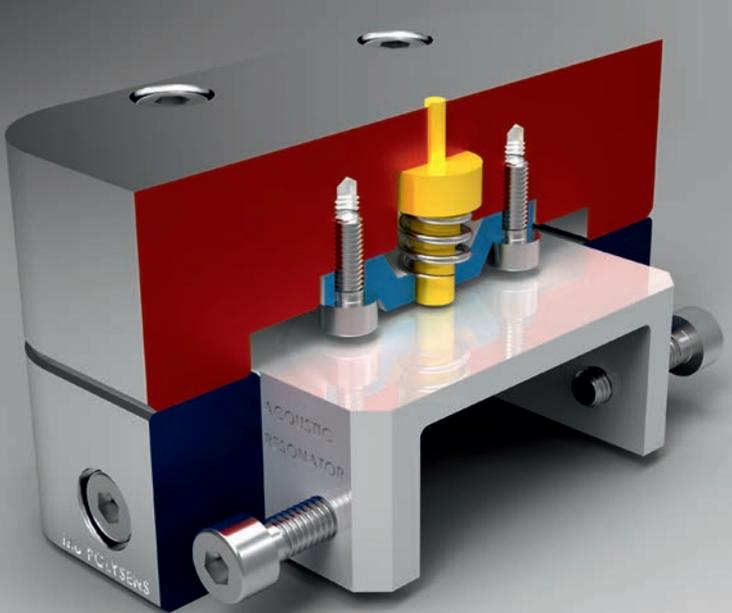
In einem Forschungsprojekt gemeinsam mit der Firma Hoerbiger Ventilwerke in Wien wurde daran gearbeitet, die Leistungsfähigkeit solcher Bauteile mit Bindenähten zu verbessern. Zum einen wurden gemeinsam mit Materialherstellern neue Polymere entwickelt, die eine höhere Belastbarkeit bei gleichzeitig trotzdem guter Verarbeitbarkeit aufwiesen. Darüber hinaus wurde ein innovatives Werkzeugkonzept entwickelt, mit dem aktiv im Werkzeug die Geometrie der Bindenähte während deren Entstehung gezielt beeinflusst wird. Durch bewegliche Elemente in der Kavität wird die Faserorientierung im Bereich der Bindenähte so umgelenkt, dass die mechanischen Eigenschaften derart hergestellter Bauteile um bis zu 100 % besser sind als von Bauteilen mit herkömmlichen Bindenähten. Für die Auslegung und richtige Positionierung dieser beweglichen Elemente war auch der Einsatz moderner Simulationsmethoden unumgänglich, um teure Entwicklungskosten einzusparen. Ein weiterer Ansatzpunkt zur Verbesserung der Produkteigenschaften war eine notwendige Optimierung der Prozessführung, um präzise Bauteile mit möglichst geringem Verzug in der Serienfertigung herstellen zu können. Dazu wurden systematische Parameterstudien mit faktoriellen Versuchsplänen durchgeführt und ausgewertet.

Im konkreten Anwendungsfall der Ventilplatten bedeuten die erzielten Ergebnisse aus dem Projekt eine enorme Leistungssteigerung bzw. ein erhebliches Energieeinsparungspotenzial durch den Einsatz dieser verbesserten Dichtelemente.

Short fibre-reinforced, high-temperature thermoplastics like carbon fibre-reinforced PEEK are used for highly loaded parts (e.g. valve sealing elements as crucial components in compressors). The generally excellent mechanical properties of such materials are drastically reduced by the occurrence of weld lines originating from the injection moulding process.

A research project in cooperation with the company Hoerbiger Ventilwerke in Vienna aimed at improving the performance of such parts with weld lines. On the one hand, new polymers with higher load carrying capacity and on the other hand with simultaneously good processability were developed together with material suppliers. Additionally, an innovative mould concept was developed which allows an active and controlled influence of the weld line geometry while they are formed. Using movable elements in the cavity, the fibre orientation in the region of the weld lines is redirected in a way that the mechanical properties of the parts produced were improved by up to 100% compared to parts with conventional weld lines. For the layout and positioning of the movable elements, the use of modern simulation methods was necessary as well as to avoid expensive development costs. Another approach for the improvement of the product properties was a necessary optimisation of the process in order to be able to produce precise parts with lowest possible warpage in a series production. For that purpose, systematic parameter studies according to factorial designs were performed and evaluated.

In the actual application of the valve plates the achieved results of the project mean an enormous boost in the performance as well as a significant energy saving potential by using these improved sealing elements.



AUF EINEN BLICK

- Projekt: Dissertation
- Förderung: National, FFG - PolySens (Research Studios Austria); EU-Projekt, PolyRegion

Ansprechpartner:
Ass.Prof. Dr. Thomas Lucyshyn
thomas.lucyshyn@unileoben.ac.at
+43 3842 402 3510



Hör auf dein Werkzeug – Schallsensorik im Spritzguss

Listen to your mould – sound sensor for injection moulding

Spritzgießen ist ein hochdynamischer Prozess, mit dem durch den Einsatz von Regelungstechnik hoch präzise reproduzierbare technische Kunststoffbauteile in Serienfertigung hergestellt werden. Für die Regelung des Prozesses sind Eingangsgrößen notwendig, die den Zustand des Prozesses über Sensoren beschreiben. Im Rahmen einer Dissertation wurde zu diesem Zweck ein neuartiger Werkzeugsensor entwickelt. Der als Schallsensor bezeichnete Sensor verwendet Körperschall als Übertragungsmedium. Dadurch entfällt die Notwendigkeit, Sensorkabel innerhalb des Spritzgusswerkzeuges zu verlegen. Dies ist ein signifikanter Vorteil in der Handhabung unter Produktionsbedingungen gegenüber konventionellen Sensoren mit Kabeln, die oft beim Werkzeugwechsel oder Wartungsarbeiten zerstört und aus diesem Grund nicht so häufig eingesetzt werden.

Der Schallsensor kann an (mehreren) vorher definierten und modifizierten Stellen im Werkzeug den Zeitpunkt der vorbeiströmenden Schmelzefront detektieren. Ein beweglicher Stift, z.B. ein Auswerferstift, wird durch den in der Schmelze vorherrschenden Druck beschleunigt, bis er auf einem Resonanzkörper auftrifft. Die Struktur des Resonanzkörpers wird in Schwingung versetzt und überträgt diese in den Metallkörper des Werkzeuges. Ein an der Außenfläche angebrachter Beschleunigungssensor zeichnet die Schwingungen auf und ermöglicht unter Verwendung von komplexen Signalverarbeitungs-Algorithmen die Erkennung des spezifischen Signals aus der gesamten Geräuschkulisse einer Produktionsumgebung. Dadurch kann die zeitliche Position der Schmelzefront an den vordefinierten Stellen gemessen werden. Durch Verwendung unterschiedlich geformter Resonanzkörper ist eine gleichzeitige Erkennung und Unterscheidung an mehreren Positionen möglich.

Experimentelle Ergebnisse zeigten die gute Funktionalität des neuen Sensorkonzeptes. Im Allgemeinen weist der Schallsensor mindestens gleich gute Messwerte in Bezug auf die Ansprechzeit auf wie herkömmliche Werkzeug-Sensorik mit dem großen Vorteil, dass er kabellos ist.

Injection moulding is a highly dynamic process which allows the series production of precise and reproducible technical plastic parts by using advanced process control systems. In order to control the processes, input variables are required. These are detected by sensors which describe the process conditions. For that purpose an innovative mould sensor – called "sound" sensor – was developed in the framework of a PhD thesis. Its denomination stems from the use of structure-borne sounds as signal transmission medium. No wires inside the mould are thus needed. This has significant advantages in the handling under production conditions compared to conventional sensors with wires which are often destroyed when changing or maintaining the mould. This is the reason why conventional sensors are only rarely used.

The sound sensor however is capable of detecting the exact point of time when the melt front is arriving at certain predefined positions in the mould. A movable pin, e.g. an ejector pin, is accelerated by the acting pressure of the passing melt until it hits a resonance body. The structure of the resonance body is set into oscillation and the resulting vibrations are transferred into the metal body of the mould. An acceleration sensor being mounted on the mould surface monitors the vibrations and applies complex signal processing algorithms which enable a detection of the specific signal out of the total noise of a production environment. With this method, the arrival of the melt front at the predefined positions can be measured. By using differently shaped resonance bodies, a simultaneous detection and distinction of different positions is possible.

Experimental results showed the good functionality of the novel sensor concept. Generally, the sound sensor delivers at least an equivalent performance regarding response time compared to conventional mould sensors, but with the big advantage of being wireless.



AUF EINEN BLICK

Partner: Transfercenter für Kunststofftechnik GmbH; ecoplus; EckerREC; Thermoplast-Kreislauf GmbH; NGR-Next Generation Recyclingmaschinen GmbH; Bodo Möller Chemie GmbH; MBA Polymers Austria Kunststoffverarbeitung GmbH; Gabriel-Chemie GmbH

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Matthias Katschnig
matthias.katschnig@unileoben.ac.at
+43 3842 402 3525



Upcycling statt Downcycling – Das Projekt „Rec2TecPart“ macht es möglich

Upcycling instead of downcycling – project Rec2TecPart will make this possible

Gesellschaft und Gesetzgeber fokussieren aus ökologischen und ökonomischen Gründen immer stärker auf Ressourceneffizienz. Dies bedeutet, Rohstoffe auf nachhaltige Weise zu nutzen und aus Abfällen wieder Wertstoffe zu schaffen. Im Kunststoffbereich hat sich durch den Rezyklateinsatz bei der Herstellung „einfacher Produkte“ viel Positives in den letzten Jahren getan. Letzten Endes handelt es sich aber meist um ein sogenanntes „Downcycling“. Dies bedeutet aber, dass die erzielbaren Preise für Sekundärkunststoffe minderer Qualität signifikant unter jenen von Neuware liegen. Deshalb wird Kunststoffabfall größtenteils thermisch verwertet, zu Lasten von Ressourceneinsparung und CO₂-Bilanz.

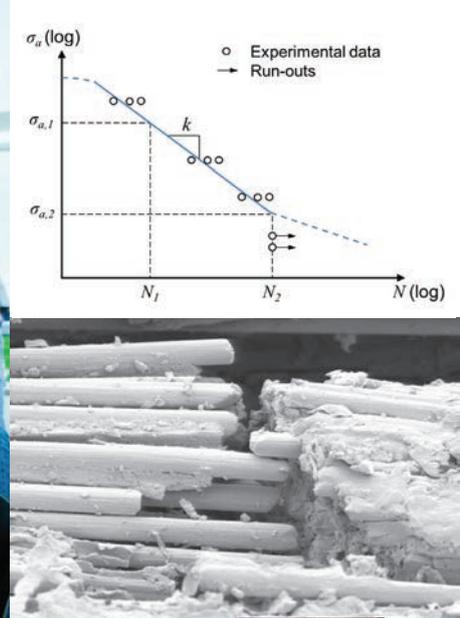
Das FFG-Projekt *Rec2TecPart* (Recycles to Technical Parts) unter der Konsortialführung des Lehrstuhls für Kunststoffverarbeitung wird Downcycling verhindern und Neuware durch Qualitätscompounds ersetzen. Das bedeutet hohe Ressourceneffizienz und wesentlich geringere CO₂-Emissionen. Durch neuartige Rezyklier-Prozesse wird es für spezialisierte Firmen im KMU-Bereich künftig möglich sein, Neuware technisch und wirtschaftlich zu ersetzen und für anspruchsvolle Funktionsbauteile maßzuschneidern. Erwartetes Hauptergebnis ist ein KMU-tauglicher, durchgehender Prozess vom Compoundeur bis zum Kunststoffverarbeiter bzw. Systemhersteller („Rec2TecPart-Prozess“) für die produktorientierte Herstellung von hochqualitativen Rezyklatcompounds („RechQ-Compounds“).

Damit der „Rec2TecPart-Prozess“ auch in der Praxis besteht und nicht als Papiertiger endet, wurden drei Partnerkonstellationen gewählt, die drei „RechQ-Compounds“ für konkrete technische Anwendungen herstellen sollen. Damit werden 3 Funktionsbauteile hergestellt, die anschließend eine ökologische und ökonomische Evaluierung bestehen müssen. Ziel ist es, durch das neue, nachhaltige Material ohne technische Qualitätseinbußen 50 % CO₂ und 5 % Materialkosten einzusparen. So wird der Nachweis erbracht, dass die ressourceneffiziente Substitution der Neuware durch maßgeschneidertes Qualitätsrezyklat sinnvoll und nachhaltig ist.

Moving towards sustainability is a social challenge that concerns society and politics in the same way. The focus lies on resource efficiency or in other words creating more value while using less input. From the plastics point of view, a material flow from cradle to cradle would thus be a desirable approach to the topic. This approach can already be found in the production of simple products out of down-cycled plastic waste. High-quality products however, e.g. in automotive applications that need engineering plastics, are still far away from implementing recycled polymers on a larger scale. Reasons for this are for instance rigorous material specifications, demanding application requirements and reproducible supply. Engineering plastic waste is thus commonly incinerated which is neither resource-efficient nor CO₂-friendly.

The project *Rec2TecPart* (Recycles to Technical Parts) – founded by the Austrian Research Promotion Agency (FFG) and managed by the Chair of Polymer Processing – is facing that challenge and aims to deliver a process design that upgrades engineering plastic waste by compounding to fabricate tailor-made materials („RechQ compounds“) for technical components. The main result will be a SME-specific, fully integrated process that is separated in modules (supply logistics, input management, formulation, producing and component) which will then simplify the implementation.

Three project-related case studies should verify that components made of RechQ compound save 50% CO₂ eq. and at least 5% of the costs of providing new plastics compared to providing technically equal material properties from recycled plastics.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Transfercenter für Kunststofftechnik GmbH; PCCL GmbH
- Strategisches Projekt (Dissertation)

Ansprechpartnerin:
Dr. Julia Maier
julia.maier@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2136



Ansätze zur rechnerischen Lebensdauerabschätzung endlosfaserverstärkter Kunststoffe

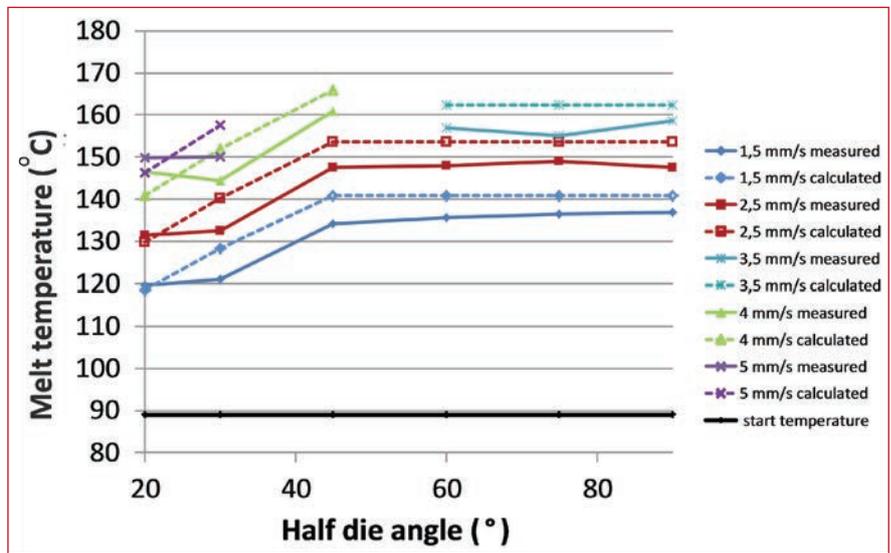
Approaches for analytical fatigue-life estimation of continuously fibre reinforced composites

Endlosfaserverstärkten Verbundwerkstoffen erschließt sich durch ihre herausragenden Eigenschaften und ihr Leichtbaupotenzial eine Vielzahl an Anwendungen, beispielsweise in der Automobil- oder Flugzeugindustrie. In den meisten Fällen sind diese Werkstoffe hohen mechanischen Lasten, oft auch zyklischen, ausgesetzt. Die durch die wirkenden zyklischen Lasten hervorgerufene Materialermüdung geht meist mit einer Abnahme der mechanischen Eigenschaften einher. Um diesen Phänomenen Rechnung zu tragen, wurde in den letzten Jahren verstärkt das Ermüdungsverhalten endlosfaserverstärkter Werkstoffe untersucht. Ziel dieser Untersuchungen ist oft, den experimentellen Aufwand zu verringern, indem eine rechnerische Abschätzung der zu erwartenden Lebensdauer ermöglicht wird. Zur Beschreibung und Abschätzung der Lebensdauer sind verschiedene Ansätze bekannt. Am weitesten verbreitet ist durch die Verwendung bei der Charakterisierung metallischer Werkstoffe der festigkeitsbasierte Ansatz der Wöhlerlinien.

Bei endlosfaserverstärkten Verbundwerkstoffen ist darüber hinaus bekannt, dass zusätzlich zur Festigkeitsabnahme auch die mechanische Steifigkeit kontinuierlich degradiert. Die Steifigkeitsabnahme wird durch komplexe Schädigungsmechanismen, die stark sowohl vom Aufbau und den Richtungen der Fasern im Werkstoff als auch von der aufgetragenen Last, dem Faservolumengehalt und anderen Faktoren abhängen, verursacht. Folglich bietet sich für endlosfaserverstärkte Werkstoffe die Möglichkeit, Ermüdung nicht nur über die Festigkeit zum Zeitpunkt des Versagens (Wöhlerlinien), sondern auch über den Steifigkeitsverlauf vor dem Versagen zu charakterisieren. Um den Einfluss verschiedenster Parameter auf das Schädigungsverhalten unidirektionaler und multidirektionaler Laminat zu charakterisieren, wurden in diesem Projekt umfangreiche Untersuchungen der Bruchflächen und Schädigungsmechanismen in diesem Projekt durchgeführt. Zur steifigkeitsbasierten Lebensdauerabschätzung von endlosfaserverstärkten Verbundwerkstoffen wurde die klassische Laminattheorie, die bisher nur für quasi-statische Lasten verwendet werden konnte, für Ermüdungsbeanspruchung erweitert. Die daraus ermittelten Ergebnisse wurden jenen aus einer Wöhlerlinien-basierten Ermüdungssoftware gegenübergestellt und diskutiert.

Due to their outstanding properties, continuously fibre-reinforced composites offer the potential of being used as lightweight structures in applications in the aircraft or automotive industry. In most of these applications composite materials are exposed to high mechanical loads which may also be cyclic. Under cyclic loading, fatigue occurs which usually involves a decrease of mechanical properties caused by progressing material damage. In order to address these phenomena, a lot of research regarding the fatigue behaviour of composite materials was performed during the last decades. One main objective of fatigue investigations is often the reduction of experimental test time by introducing models to estimate the expected fatigue-life for which different approaches are known. One widespread approach is the strength-based fatigue characterisation by using S-N curves or so-called Wöhler lines.

During fatigue-life not only the strength, but also the mechanical stiffness of continuously fibre-reinforced composites decreases continuously. The loss of stiffness is usually initiated and driven by a series of complex damage mechanisms which highly depend on the inner structure of the material, the direction of reinforcing fibres, the applied load amplitude, the fibre volume fraction and other factors. Therefore, it is possible to describe the fatigue of composite materials not only by one single event, e.g. failure in S-N curves, but also by the decreasing stiffness prior to separation of the material. In order to investigate the influence of different parameters on the unique damage behaviour of unidirectional and multi-directional laminates, fracture surfaces and damage mechanisms were comprehensively characterised in this project. A stiffness-based model for the fatigue-life estimation was developed based on the classical laminate theory which has been available only for quasi-static loads so far. The obtained results were compared to a strength-based prediction software routine and discussed in detail.



AUF EINEN BLICK

- Partner: Maplan GmbH; Semperit Technische Produkte GmbH; Erwin Mach Gummitechnik GmbH
- Förderung: National, FFG – Bridge

Ansprechpartner:
Univ.-Prof. Dr. Walter Friesenbichler
walter.friesenbichler@unileoben.ac.at
+43 3842 402 2901



Kautschukspritzgießen – Heizzeitverkürzung durch Dehnströmungen

Rubber injection moulding – reduction of cure time by use of elongational flow

Die Verkürzung der Heizzeit und damit der gesamten Zykluszeit ist ein immer aktuelles Thema im Bereich des Kautschukspritzgießens. Hierbei muss nicht nur die optimale Vernetzungstemperatur möglichst rasch sondern auch der gewünschte Vernetzungsgrad möglichst homogen über das gesamte Bauteilvolumen erreicht werden. Durch hohe Wanddicken von mehreren Zentimetern Dicke liegen die Heizzeiten in vielen Fällen im Bereich mehrerer Minuten.

Herr Dipl.-Ing. Dr. Leonhard Perko hat in seiner im März 2014 abgeschlossenen Dissertation gezeigt, dass durch den gezielten Einsatz von dehnströmungserzeugenden Düsenelementen im Spritzgießwerkzeug bei den hoch viskoelastischen Kautschukmischungen beträchtliche dissipative Temperaturerhöhungen im Bereich von 45 °C bis zu knapp 70 °C erzielt werden können (Abbildung 1). Voraussetzung hierfür sind konische Düsen mit einem halben Düsenöffnungswinkel von > 45° und hohe Einspritzgeschwindigkeiten. Bei dieser Form der Wärmegenerierung tritt die Dehnerwärmung vorzugsweise in Strömungsmitte auf und in Verbindung mit der Schererwärmung an der Düsenwand kann ein wesentlich gleichmäßigeres Temperaturprofil auf hohem Temperaturniveau erzielt werden.

Mit einem selbst entwickelten analytischen Berechnungsprogramm ist eine Vorausberechnung der erzielbaren Temperaturerhöhung mit einer Genauigkeit von < 4 % möglich, wobei die wichtigste Materialdaten sowohl Scher- als auch Dehnviskosität bestimmt werden müssen. Für die untersuchten SBR- und NBR-Compounds konnte gezeigt werden, dass mehr als 80 % der gemessenen Temperaturerhöhung aus der Dehnströmung resultiert.

In Verbindung mit einem Heizzeitrechner wurde für Wanddicken > 4 mm ein Heizzeit-Reduktionspotenzial je nach Werkzeugtemperatur von 5 % bis zu 30 % ermittelt.

Diese Arbeit wurde von der FFG gefördert und den Projektpartnern Maplan GmbH, Semperit Technische Produkte GmbH und Erwin Mach Gummitechnik GmbH finanziell unterstützt.

In rubber injection moulding, the reduction of cure time still remains a topic of great interest. Due to high part thicknesses in the range of several centimetres, the cure time amounts in most cases to several minutes. Therefore, not only the chosen curing temperature should be reached quickly, but also a homogeneous crosslinking degree must be achieved over the whole part volume.

In his PhD thesis finished in March 2014, Dipl.-Ing. Leonhard Perko showed that a systematic use of elongational flow generating dies in the injection mould allows considerable dissipative heating. For highly viscoelastic SBR and NBR compounds a temperature increase of 45°C to almost 70°C could be reached (Figure 1). Necessary requirements are conical dies with a half die angle higher than 45° and high injection speed. In case of this type of heat generation, dissipative heating preferably appears around the centre line of the flow, and in combination with shear heating near to the wall a more homogeneous temperature profile at a higher temperature level is possible.

The analytical calculation programme developed takes into account the shear as well as the elongational flow and allows a pre-calculation of the temperature increase with an accuracy of 4%. In order to obtain the most important material data, the shear as well as the elongational viscosity has to be measured. For SBR and NBR compounds it was shown that more than 80% of the temperature increase measured is caused by elongational flow.

The potential for a reduction of cure time can easily be estimated in combination with a self-developed cure time calculator. For rubber parts with thicknesses higher than 4 mm the potential ranges from 5% up to more than 30% depending on the mould temperature and wall thickness.

This project was funded by the Austrian Research Promotion Agency (FFG) and strongly supported by the company partners Maplan GmbH, Semperit Technische Produkte GmbH and Erwin Mach Gummitechnik GmbH.



KAPITEL 3



LEHRE

ACADEMIC TEACHING

3



Was die Lehre an der Kunststofftechnik Leoben ausmacht

Why academic teaching in Leoben stands out

Neben den Forschungsaktivitäten ist die Ausbildung zu hoch qualifizierten Ingenieurinnen und Ingenieuren der Kunststofftechnik eine zentrale Aufgabe des Departments Kunststofftechnik. Die Lehrinhalte orientieren sich an dem 4-Säulen-Konzept der Kunststofftechnik Leoben und sichern somit eine breite Basisausbildung über die gesamte Wertschöpfungskette vom Molekül bis zum qualitätsoptimierten Kunststoffbauteil. In den angebotenen Wahlfachgruppen erfolgt darüber hinaus eine vertiefende Spezialisierung in einem der vier Schwerpunktthemen.

Ein besonderes Merkmal der Ausbildung ist die ausgewogene Balance zwischen theoretischen Inhalten und praktischen Lehrveranstaltungen, in denen das theoretische Wissen sehr anwendungsnah vermittelt wird. So gibt es zum Beispiel in jedem Fachbereich Praktika bzw. Laborübungen, in denen die Studierenden in Kleinstgruppen an modernen Produktionsmaschinen oder Analysegeräten ausgebildet werden. Weiters werden externe Lehrbeauftragte aus der Industrie in Lehrveranstaltungen eingebunden, um deren Praxiserfahrungen an die Studierenden weiterzugeben.

Die wichtige Fähigkeit, Projekte zu planen und abzuwickeln, wird im Rahmen der durchgeführten Bachelor- und Masterarbeiten vermittelt, die zu einem großen Anteil in bestehende Industriekooperationen des Departments KT bzw. des PCCL eingebettet sind. Die Studierenden werden dabei von ihren Betreuerinnen und Betreuer nicht nur in das wissenschaftliche Arbeiten eingeführt, sondern auch zu Selbstständigkeit und kritischem Denken hingeführt.

Ein wichtiger Aspekt der Ausbildung ist auch die Fähigkeit, Inhalte ansprechend zu präsentieren und sich schriftlich präzise und wissenschaftlichen Standards entsprechend auszudrücken. Dazu werden den Studierenden Grundlagen der Präsentationstechnik näher gebracht, die sie in vielen Lehrveranstaltungen trainieren können. Dabei erhalten Sie entsprechende Rückmeldungen von den Lehrenden aber auch anderen Studierenden, wodurch sie ihre Kommunikationskompetenzen auf ein sehr hohes Niveau ausbauen können. Um der zunehmenden Globalisierung Rechnung zu tragen, werden vermehrt Präsentationen auf Englisch gehalten, um auch international fachlich kommunizieren zu können.

An der bereits hohen Qualität der Ausbildung wird kontinuierlich weiter gearbeitet, wie zum Beispiel in der Curriculumkommission, in der Vertreterinnen und Vertreter der Studierenden, der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie der Professorinnen und Professoren partnerschaftlich das Curriculum weiter entwickeln. Dabei stehen vor allem die Ausbildungsziele und erforderlichen Qualifikationen der AbsolventInnen im Vordergrund, auf der anderen Seite wird sehr darauf geachtet, dass die Studierbarkeit in einer angemessenen Zeit gegeben ist.

In addition to research activities, the education of highly qualified polymer engineers is a central task of the Department of Polymer Engineering and Science. The content of teaching is based on a 4-column-concept which assures a broad basic education along the value-added chain - from the molecule to a quality optimized plastic part. In the offered electives the students specialise in one of the four main topics of the department.

A special characteristic of the education is the right balance between theoretical and practical courses in which the theoretical knowledge is conveyed in an application oriented way. For each special field lab exercises in which the students are instructed in small groups on modern production machinery or laboratory equipment are part of the curriculum.

Additionally, external lecturers from the industry are involved in several courses for the students to benefit from their practical experience.

The vital skill of planning and managing projects is trained in the framework of the Bachelor's and Master's theses which are in many cases part of existing industry cooperations of the Department of Polymer Engineering and Science or the PCCL. The students are not only introduced to academic research and writing by their supervisors, but also encouraged to think critically and to work independently.

An important aspect of the education is also the skill to present content in an attractive way and to write concisely and according to scientific standards. For that purpose, the students are introduced to the basics of presentation techniques. These skills can be trained on many occasions in different courses. They receive feedback from the lecturers as well as from other students. In this way, students are able to develop their communication skills up to a very high level. Because of the advancing globalisation, presentations are more and more frequently held in English. This is why it is important that the students are able to communicate internationally in specialised subjects.

The already high quality of education is subject to continuous improvement. In the Curriculum Commission, representatives of the students, the lecturers and the professors are constantly developing the curriculum in a cooperative way. The main focus is on educational objectives and on the required qualifications of the graduates. Additionally, care is taken that students are able to complete their studies in an adequate time frame.



Die Curriculumskommission pflegt außerdem im sogenannten „Kuratorium Kunststofftechnik“ einen regen Austausch mit der österreichischen Kunststoffindustrie, um deren Bedürfnisse entsprechend in die Ausbildung einfließen zu lassen. Damit wird sichergestellt, dass die Ausbildung unserer Absolventinnen und Absolventen nicht an den Markterfordernissen vorbeigeht, was letztlich auch zu deren ausgezeichneten Jobaussichten beiträgt.

Über das Gremium der Curriculumskommission hinaus bemühen sich die Lehrenden der KT Leoben individuell darum, ihr Lehrangebot ständig weiter zu entwickeln, sei es in fachlicher Hinsicht, um dem wissenschaftlichen Fortschritt Rechnung zu tragen, aber auch in didaktischen Belangen, um eine ansprechende und effiziente Lehre bieten zu können. Ein Großteil der Lehrenden der KT hat beispielsweise die von der Montanuniversität angebotenen Fortbildungsseminare in Hochschuldidaktik absolviert, und es gibt auch einen regen Austausch der Lehrenden untereinander. Dies spiegelt sich erfreulicherweise in den sehr positiven Lehrveranstaltungsevaluierungen wider. Als Highlight kam ein Lehrender der KT in die engere Auswahl der drei besten Lehrenden der Montanuniversität für die Nominierung zum 2013 erstmalig ausgeschriebenen österreichischen „Staatspreis für die Lehre“ (Ars Docendi).

Für die Zukunft (2015+) ist eine Neuorganisation des Studiums Kunststofftechnik vorgesehen. Einerseits ist eine Anpassung der ECTS Punktezahl des gesamten Studiums (Bachelor- und Masterabschnitt) geplant, da auch die Pflichtpraxis mit insgesamt 30 ECTS Punkten zu bewerten ist. Durch die Einführung einer Pflichtlehrveranstaltung zu „English for Engineers“ im Bachelorstudium und von englischsprachigen Fach-Lehrveranstaltungen im Masterabschnitt sollen die Studierenden einerseits noch besser auf die berufliche Tätigkeit in einem internationalen Umfeld vorbereitet und andererseits die Attraktivität des Studienstandortes Leoben für Studierende aus dem Ausland erhöht werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass das Lehrangebot der KT Leoben sowohl von den Studierenden als auch von der Industrie als sehr hochwertig angesehen wird und auch große Anstrengungen unternommen werden, dieses Niveau zu halten bzw. laufend weiter zu verbessern.

Furthermore, the Curriculum Commission is cultivating an active exchange with the Austrian plastic industry in the so called “Kuratorium Kunststofftechnik” in order to consider the industry's requirements in the education programme. Thereby, it is ensured that our graduates' education meets the market demands. This finally results in their excellent job opportunities after graduation.

Beyond the Curriculum Commission, the lecturers are individually striving to continuously improve their courses: on the one hand to take into account the scientific progress, on the other hand regarding didactic aspects in order to provide attractive and effective teaching. The majority of lecturers of the Department of Polymer Engineering and Science has for example completed training seminars for university didactics offered by the Montanuniversität and regularly exchange their experiences and teaching methods with other lecturers. This is fortunately reflected by the very positive course evaluations. As a highlight, one lecturer of the department was among the three best lecturers of the Montanuniversität to be shortlisted for the nomination as a candidate for the Austrian “National Prize for Teaching” (Ars Docendi) which was awarded for the first time in 2013.

For the future (2015+), a reorganisation of the study programme Polymer Engineering and Science is scheduled. An extension of the ECTS points for the whole course of study (Bachelor and Master programme) is planned, as the mandatory internships have to be assessed with a total of 30 ECTS points. By introducing the compulsory course “English for Engineers” in the Bachelor's programme as well as various polymer-related courses taught in English in the Master's programme, the students will be even better prepared for their professional life in an international environment. Additionally, the attractiveness of the study location Leoben for incoming students will be increased.

Summing up, students and the industry alike consider the educational programme of the Department of Polymer Engineering and Science to be of very high quality. Every effort is made to maintain and even further raise the level of education in the future.



© Foto Freisinger

AUF EINEN BLICK

1. Promotion sub auspiciis praesidentis eines Kunststofftechniklers in Leoben.

1st sub auspiciis graduation of a polymer engineer in Leoben.

Promotion „sub auspiciis praesidentis“ Doctoral Awards Ceremony “sub auspiciis praesidentis”

Im Rahmen einer würdevollen Akademischen Feier promovierte am 20. Juni 2014 der aus Vorarlberg stammende Dipl.-Ing. Andreas Weber im Beisein von Bundespräsident Dr. Heinz Fischer zum Doktor der Montanistischen Wissenschaften „sub auspiciis praesidentis“.

Nur wer Oberstufe und Reifeprüfung einer höheren Schule mit Auszeichnung abschließt, an der Universität jede Prüfung mit bestmöglichem Ergebnis beendet und Diplom- und Doktoratsstudium genauso wie Dissertation und Rigorosum mit Auszeichnung absolviert, wird als Kandidat für eine Sub-auspiciis-Promotion zugelassen.

Andreas Weber wurde 1984 in Bludenz geboren und besuchte die HTL Dornbirn. Das Bachelor- und Masterstudium der Kunststofftechnik an der Montanuniversität schloss er mit Auszeichnung ab. Seine Dissertation mit dem Titel „Polymere thermotrope Überhitzungsschutzverglasungen: Systematische polymerwissenschaftsbasierte Optimierung der Leistungscharakteristika“ entstand im Rahmen seiner Tätigkeit am Polymer Competence Center Leoben (PCCL) und wurde vom Zukunftsfonds des Landes Steiermark gefördert.

Bundespräsident Heinz Fischer würdigte in seiner Ansprache vor zahlreichen Ehrengästen die Vorbildwirkung junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und verwies auf das hohe Maß an Konstanz und Verlässlichkeit, das für eine Promotion sub auspiciis praesidentis notwendig sei. „Gerade die Montanuniversität Leoben mit ihrem einzigartigen Studienangebot bietet Antworten und Lösungen für die brennenden Fragestellungen und Anforderungen des 21. Jahrhunderts“, meinte Fischer, der dem frischgebackenen Doktor der Montanistischen Wissenschaften Dank und Anerkennung für eine wirklich außergewöhnliche Leistung aussprach.

Dr. Andreas Weber richtete sich in seinen Dankesworten sowohl an Familie, Freunde und seinen Doktorvater Univ.-Prof. Gerald Pinter als auch an die Kolleginnen und Kollegen des PCCL sowie die „Alma Mater Leobensis“, die ihm ein perfektes Umfeld für die Erreichung seines akademischen Grades geboten haben. „Sorgen bereitet mir an diesem Freudentag nur die Tatsache, dass die österreichische Bildungspolitik derzeit den Anforderungen unserer Zeit überhaupt nicht entspricht, vor allem die Finanzdecke der Universitäten wird zusehends ausgedünnt, und damit verlassen viele Wissenschaftler unser Heimatland Österreich“, so Weber abschließend.

On Friday June 20th the Austrian Federal President Dr. Heinz Fischer attended the exceptional sub auspiciis graduation of Dipl.-Ing Andreas Weber.

The privilege of a sub-auspiciis graduation ceremony is reserved only for those who graduate from high school with distinction, pass all university exams with the best possible grade (at bachelor's, master's and doctoral level) and receive a distinction on their doctoral thesis.

Andreas Weber was born in Bludenz, Vorarlberg (Austria) and went to the HTL Dornbirn School. He passed his bachelor's and master's degree in Polymer Engineering and Science at Montanuniversität with distinction. The topic of his doctoral thesis "Polymeric Thermotropic Glazings for Overheating Protection: Systematic Polymer Science Based Optimisation of Performance Characteristics" became Weber's main focus during his work at the Polymer Competence Center Leoben (PCCL) and was subsidised by the County of Styria.

President Heinz Fischer used his speech at the ceremony to emphasise the importance of consistency, discipline and reliability which are required to graduate sub auspiciis praesidentis. "Due to its specialised degrees, Montanuniversität is able to offer answers and solutions to contemporary problems and questions", Fischer explains in front of numerous guests of honour.

Dr. Andreas Weber thanked his family, friends, colleagues at PCCL, his supervisor Univ.-Prof. Gerald Pinter and "Alma Mater Leobensis" for supplying him with the ideal environment for his academic success. Weber dedicated the last words of his speech to a topic he finds very worrying: "The only fact which troubles me on this magnificent day is that the Austrian educational policy does not correlate with our contemporary demands. The financial resources of universities are continuously being watered down, causing scientists to leave Austria"



AUF EINEN BLICK

- 2013
- Master's Theses: 20
- Dissertations: 10

- 2014
- Master's Theses: 14
- Dissertations: 8

Abschlussarbeiten

Theses

Dissertations 2013

Michael Georg Berer

Deformation and Fracture Behavior of Semi-Crystalline Thermoplastics Used for Rolling Applications

Ivica Duretek

Study of the flow behaviour of metal, ceramic and wood-plastic compounds

Roman Führer

Development and Implementation of Class H Insulation Systems for Applications in High Voltage Engineering

Thomas Kisslinger

Investigations of adhesion on two-shot moulded parts

Dietmar Günther Lenko

New surface modification techniques for elastomers for medical and electronic applications

Arunjunai Raj Mahendran

Bio-Based Resins and Green Composites from Renewable Resources

Nina Muhr

Light-induced coupling reactions between nanoparticles and polymer surfaces

Florian Helmut Müller

Analysis, Implementation and Investigation of a Wireless In-Mold Sensor for Injection Molding

Jörg Guido Schaubberger

Alternative methods for the crosslinking of poly(vinyl alcohol) by the use of functionalised inorganic particles - A water-based approach towards environmentally benign coating materials

Andreas Weber

Polymeric Thermotropic Glazings for Overheating Protection: Systematic Polymer Science Based Optimisation of Performance Characteristics

Dissertations 2014

Bernd Geissler

Process and material engineering for physically foamed polymer products

Andreas Hausberger

Development and simulation of tribological test methods in sealing technology

Johannes Günter Macher

Sink Mark Detection on Highly Reflective Plastics Surfaces

Leonhard Perko

Cure-time reduction in rubber injection moulding by means of shear- elongation- and compression heating

Bernd Christian Schritteser

Performance of elastomers for high-pressure applications

Steffen Stelzer

Optimized experimental methods for the description of the delamination and failure behavior of high performance composites and joints

Andreas Witschnigg

Characterization of polymers in terms of inline quality control in extrusion processes using near-infrared spectroscopy

Archim Wolfberger

Photoreactive Materials for Applications in Organic Electronics



Master's Theses 2013

Martin Johannes Begusch

Cuttings as filler in thermoplastic polymers

Manuel Philipp Berger

Optimization of an automotive part by simulation and design of experiments

Viktoria Buchebner

Developing a prototype for cure time reduction in the rubber injection moulding process

Thomas Buchsteiner

Fatigue performance of glass fibre reinforced polyurethane matrix laminates

Anton Maximilian Dietrich

Development of a series production concept of GFRP loops with the requirements of high volume in the construction industry

Christian Fellner

Curing time reduction in the rubber injection moulding process by using the effect of compression heating

Christof Haingartner

Use of the Peel Test to Determine Adhesive Properties of Encapsulants for Photovoltaic Modules

Christian Hueber

Powder In-Mould Coating of FRP for automotive exterior parts

Andreas Kaufmann

Geometrical modification of weld lines for high performance plastics in injection moulding

Michael Karl Kessler

Development and design of a new mouth-piece for a rebreather

Georg Koppelmüller

Characterization and development of high-performance fiber-reinforced thermoplastics as valve plate materials

Hans-Jürgen Luger

Real and virtual process optimization of a mirror drive component

Andreas Moser

Time-temperature superposition of thermoplastic polymer materials

David Mungenast

Characterization of the „twist & curl“-effect of liquid packaging paperboard via statistical data analysis of the recorded process data

Patrick Pazour

Development and mechanical design of an automated tape placement head for thermoplastic materials

Filipp Pühringer

Challenges and solution approaches for the development of a RTM process routine

Andrea Schmid

Nanocomposite Hydrogels - Fracture Toughness and Energy Dissipation Mechanisms

Maximilian Josef Walther Tonejc

A concept for automation of a thermoplastic tape laying head

Thomas Johannes Unger

Experimental investigation of new joining technologies for enhanced damage tolerance of fibre reinforced polymers

Matthias Walluch

Polymeric micro- and nano compounds with improved tribological properties

Master's Theses 2014

Stefan Kaufmann

Process-based determination of permeability followed by RTM experiments with manipulated preforms

Roman Christopher Kerschbaumer

Optimization of the thermal conductivity of bulk polyethylene in terms of foamed insulation

Manuel Kreimer

Epoxy resins and anorganic filler materials with photochemically tunable properties - new strategies towards enhanced recyclability

Andreas Neunhäuserer

A study on material optimization for polypropylene-nanocomposites based on layered silicates by using elongational flow generating devices

Astrid Pichler

Numerical simulation of variotherm processes - possibilities and limits of the software packages Cadmould 3D-F, Moldex3D, Autodesk Simulation Moldflow Insight and Sigmasoft

Patrick Raimann

Fracture resistance of an extrusion blow molded plastic bottle during a product life cycle

Florian Röper

Materials selection of polymers for highly loaded structural components

Elisabeth Brigitte Rüt

Analysis of setting parameters of the optimization software Cure²® and its impact on the quality of the moulded parts

Christian Schneider

Dynamic characterization of polymeric rail fastening elements used in railway superstructure

Clemens Reinhold Steffel

Studies on the predictability of friction between polymers and coated and uncoated tool surfaces by wetting parameter

Helena Marion Weingrill

Characterization and evaluation of key parameters for the manufacture of defect-free insulating composite materials

Thomas Gregor Weisser

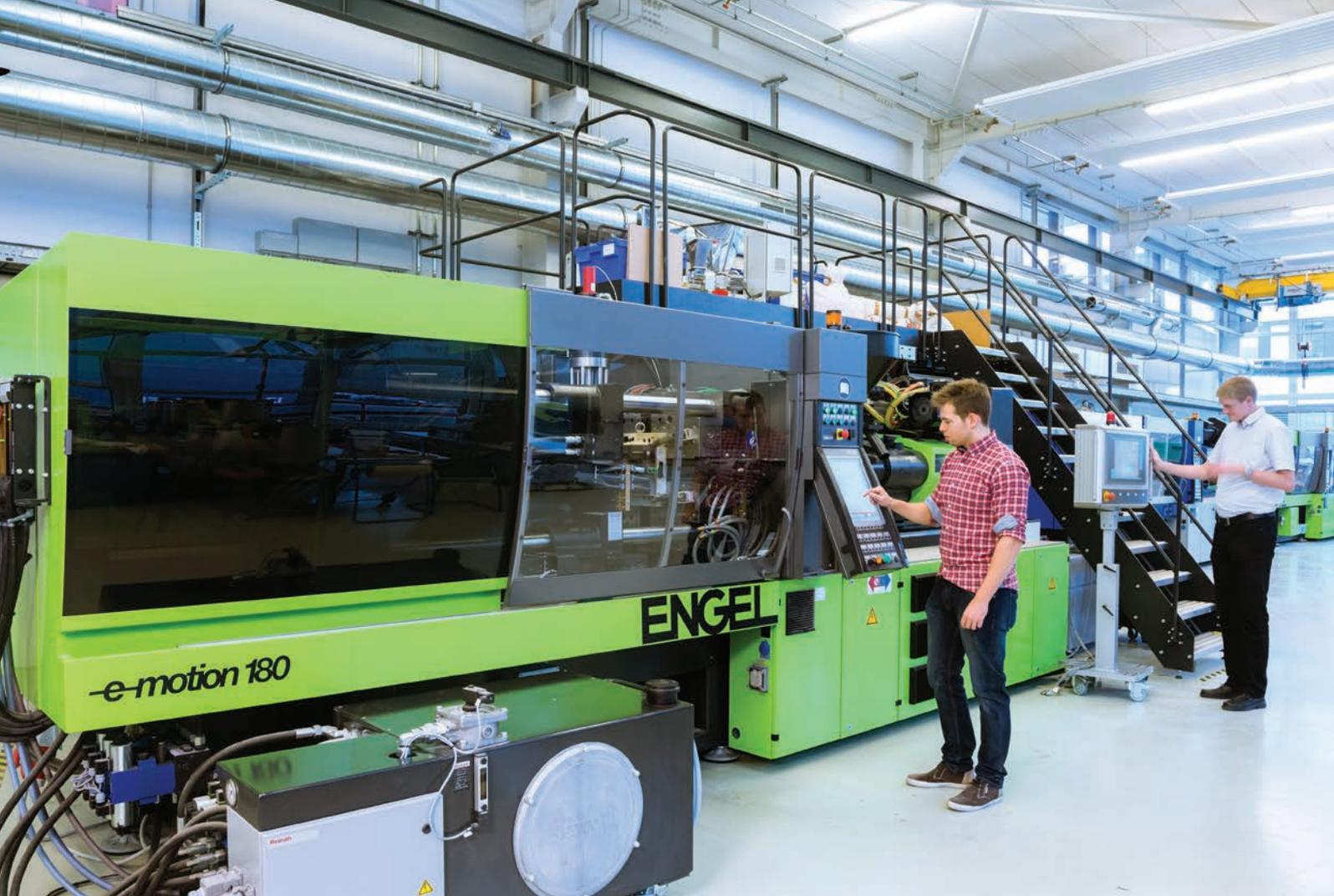
Influence of textile parameters on the drapability of flat technical fabrics

Joachim Winkler-Ebner

Simulation-based screw geometry optimization for the production of nano-reinforced polypropylene compounds

Wolfgang Heinrich Ziegler

Increase of the thermal stability of polymers based on renewable resources



KAPITEL 4



KOOPERATIONEN

COOPERATION

4



Kunststofftechnik Leoben - der Kooperationspartner Department of Polymer Engineering and Science - the cooperation partner

Kooperationen im Bereich von Forschung und Entwicklung, aber auch im Sinne eines Austausches von Studierenden, sind für die Lehrstühle des Departments Kunststofftechnik unerlässlich, um an der Spitze mithalten zu können und gleichzeitig in der Fachwelt präsent zu sein.

Die Zusammenarbeit erfolgt einerseits zwischen den Lehrstühlen selbst, wobei durch die Nutzung von Expertenwissen am jeweiligen Lehrstuhl ein vorteilhafter synergistischer Effekt für Forschungsprojekte gewonnen werden kann. Hier bewährt sich die gemeinsame Unterbringung der Lehrstühle in einem Gebäude, was sowohl die Kommunikationswege verkürzt als auch die operative Zusammenarbeit erleichtert.

Die Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Partnerinstituten im In- und Ausland ist eine weitere tragende Säule der Aktivitäten im Department Kunststofftechnik. Zahlreiche Förderprogramme im Bereich der grundlagennahen und der anwendungsorientierten Forschung basieren auf Kooperationsmodellen, wobei Europäische Forschungsinitiativen (z.B. Horizon 2020) und länderübergreifende Fördermodelle wie ERA-NET und Core-Net als Beispiele genannt seien. Gleichwohl genießt die Kooperation mit inländischen universitären Partnern (z.B. Institute der TU Graz und der TU Wien) und außeruniversitären Forschungsinstitutionen (z.B. PCCL, Joanneum Research, AIT und ofi) einen hohen Stellenwert.

In der Kunststofftechnik wird – ihrer Bestimmung entsprechend – intensiv mit Firmenpartnern kooperiert. Diese Zusammenarbeit erfolgt häufig in geförderten Forschungsprojekten und zielt auf die Entwicklung von neuen Werkstoffen, Verarbeitungsprozessen und Charakterisierungsmethoden für Kunst- und Verbundstoffe, sowie auf die Auslegung von Werkstoffen und die Untersuchung des Verhaltens von Kunststoffen unter praxisrelevanten Bedingungen ab. Im Department Kunststofftechnik werden zurzeit zwei Christian-Doppler-Laboratorien (CDL) betrieben, sowie eine Vielzahl von Kooperationsprojekten, die von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) gefördert werden. Hinzu kommen zahlreiche bilaterale Kooperationen zwischen den Lehrstühlen und Firmenpartnern, sowie Auftragsuntersuchungen für Firmen, Branchenverbände und öffentliche Institutionen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Kooperationsfreudigkeit der Lehrstühle einen wesentlichen Erfolgsfaktor der Leobener Kunststofftechnik darstellt, und für die Sichtbarkeit auf nationaler und internationaler Ebene essenziell ist.

Co-operations in science and technology, but also the exchange of students, are essential for the chairs of the Department of Polymer Engineering and Science in order to achieve outstanding performance and to keep a strong position in the community of polymer scientists and engineers.

With the successful cooperation between the chairs of the department, individual expertise and skills can be combined to create valuable synergistic effects – in other words, an added value can be obtained. In this regard, the relocation of all six chairs in one building has proven beneficial in terms of direct communication channels and operational cooperation.

The collaboration with scientific and technical institutions, both on a national and international level, is a cornerstone of the activities important to the Department of Polymer Engineering and Science. Several funding programmes for fundamental and applied research are based on cooperation models, and both European research programmes (e.g. Horizon 2020) as well as transnational programmes (e.g. ERA-NET and Core-Net) may serve as examples. At the same time, the fruitful cooperation with national academic institutions (e.g. TU Graz, and TU Vienna) and non-university research organizations (e.g. PCCL, Joanneum Research, AIT and ofi) is of great importance.

The intense cooperation with partner companies is another cornerstone regarding the R&D activities of the department. In many cases such cooperative projects aim at the development of new materials, processing techniques and characterization methods, at the design of composites and at the behaviour of polymeric materials under application-relevant conditions. Two Christian Doppler laboratories (CDL) are currently in operation at the Department and numerous cooperative projects (e.g. funded by the FFG – Austrian Research Promotion Agency) are being conducted in various scientific-technical disciplines. This research is complemented by various bilateral R&D projects together with partner companies, in the scope of contractual research for companies, with industrial federations and public institutions.

Summing up, the continuous cooperation with scientific partners and company partners is a factor of success for Leoben's Department of Polymer Engineering and Science. It has proven to be an essential aspect regarding the positioning of the department, both on a national and an international level.



AUF EINEN BLICK

- Außeruniversitäres Forschungszentrum (100 MA)
- Kunststofftechnik und Polymerwissenschaften
- Kooperative Forschung (8 Mio. € Umsatz)
- Internationale Partner aus Wissenschaft & Wirtschaft

Ansprechpartner:
Mag. Martin Payer, MBA
office@pccl.at
+43 3842 42962 0



Polymer Competence Center Leoben

Polymer Competence Center Leoben



Zu den wichtigsten außeruniversitären Kooperationspartnern des Departments Kunststofftechnik zählt das Polymer Competence Center Leoben (PCCL).

Als vorwettbewerbliche, wirtschaftsnahe Forschungsgesellschaft verfolgt das PCCL das Ziel, zur stetigen Weiterentwicklung und Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse auf dem Gebiet der Kunststofftechnik und der Polymerwissenschaften beizutragen. Durch Projekte gemeinsam mit Unternehmen und wissenschaftlichen Partnern wird der Wissenstransfer in die Wirtschaft erhöht, die Forschungskompetenz bei den beteiligten Partnern erhöht und ein Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der beteiligten Unternehmen geleistet.

Die spezialisierte Forschungsinfrastruktur des PCCL stellt eine hervorragende Ergänzung zur instrumentellen Ausstattung am Department für Kunststofftechnik dar, und in ähnlicher Weise trägt das PCCL mit seinen spezifischen Kompetenzfeldern zum Leistungsangebot des Kunststoffstandortes Leoben bei.

In der laufenden Förderperiode des PCCL (2014–2016) werden im COMET-K1 Programm 29 Projekte unter Beteiligung des Departments bearbeitet, hinzu kamen im Zeitraum 2013–2014 weitere 26 Projekte im non-COMET Programm des PCCL. Die Zusammenarbeit umfasst auch die akademische Betreuung von Masterarbeiten und Dissertationen, die von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des PCCL angefertigt werden, sowie die gegenseitige Unterstützung bei der Aquisition und Bearbeitung von Forschungsprojekten. Ebenso ist hervorzuheben, dass die Organisation von Tagungen und Konferenzen, darunter das Leobener Kunststoffkolloquium, sowie die für 2015 geplante PPS Konferenz in Graz gemeinsam mit PCCL erfolgt.

Die langjährige Partnerschaft zwischen PCCL und zahlreichen Lehrstühlen der Montanuniversität Leoben sowie Instituten der TU Graz und TU Wien wird auch in Zukunft für den Erfolg und die stetige Weiterentwicklung der Fachbereiche Kunststofftechnik und Polymerwissenschaft von hoher Bedeutung sein.

The Polymer Competence Center Leoben (PCCL) is one of the most important non-university research partners of the Department of Polymer Engineering and Science. The PCCL is a pre-competitive, business allied research company performing scientific and applied research in selected fields of polymer engineering and science. The PCCL aims at generating know-how on a fundamental and on an application-oriented level and conducts research projects together with scientific and company partners. By these means, the research competence of the participating partners is considerably increased. The transfer of know-how to the industry also strengthens the competitiveness of the company partners.

The highly specialized research infrastructure of the PCCL complements the scientific and technical equipment of the department. Moreover, PCCL's fields of expertise significantly contribute to the research in polymer engineering and science in Leoben.

In the current funding period (2014–2016) of the PCCL, 29 COMET-K1 projects are being conducted together with the chairs of the department, and an additional 26 projects have been jointly performed within the non-COMET programme of the PCCL (2013–2014).

The cooperation with the PCCL also includes the academic supervision of Master's and PhD theses performed by PCCL researchers, and the mutual support regarding the acquisition and implementation of research projects and contractual research. Moreover, the department and the PCCL jointly organize conferences and workshops, such as the "Kunststoff-Kolloquium" in Leoben and the PPS conference in Graz (scheduled for September 2015).

The long-standing partnership between the PCCL and numerous institutes at the Montanuniversität Leoben as well as the TU Graz and the TU Vienna will be important for the future success and the continuous development of the Department of Polymer Engineering and Science.



AUF EINEN BLICK

Schwerpunkte:

- Werkstoff
- Bauteil
- Vom Werkstoff zum Bauteil
- Hilfestellung bei Forschungsanträgen

Ansprechpartner:

Dr. Christian Kukla
christian.kukla@unileoben.ac.at
 +43 3842 402 8403



Kompetenzverbund Kunststoffbauteil Leoben

Alliance of Competence in Plastic Parts Leoben

Die Entwicklung von Kunststoffbauteilen erfordert umfangreiches Know-how über den Werkstoff, dessen Verarbeitung und Anwendung und auch das Recycling. Durch diese umfangreiche Aufgabenstellung ergibt sich das Problem, dass dieses Know-how üblicherweise nur in verschiedenen Einrichtungen zu finden ist.

Mit dem Kompetenzverbund Kunststoffbauteil Leoben (KVKL) gehören diese Probleme nun der Vergangenheit an. Der KVKL ist eine Plattform, die die umfangreiche Kompetenz der Montanuniversität bündelt und einen unkomplizierten Zugang zu Forschung und Entwicklung von Kunststoffbauteilen bietet. Dazu wurde auch eine Homepage (www.kunststoffbauteil.at) eingerichtet, um den richtigen Ansprechpartner rasch und einfach zu finden.

Werkstoff

- Vorauswahl
- Entwicklung
- Charakterisierung
- Modellierung

Bauteil

- Werkstoffgerechte Auslegung und Optimierung
- Betriebsfestigkeitsanalysen und Lebensdauerberechnungen
- Oberflächenqualität und funktionelle Oberflächen
- Bauteilprüfung

Vom Werkstoff zum Bauteil

- Lösung fachübergreifender Problemstellungen
- Methodenkompetenz für systematische Bauteilentwicklung
- Entwicklung von Simulationsmethoden und -modellen
- Entwicklung und Optimierung von Verarbeitungsprozessen
- Optimierung von formgebenden Werkzeugen

Hilfestellung bei Forschungsanträgen

- Nationale und internationale Forschungsanträge

The development of plastic components requires comprehensive know-how about the material, its processing and applications as well as its recycling. These comprehensive requirements create the problem that the necessary know-how is typically distributed over a number of different institutions.

With the creation of the "Kompetenzverbund Kunststoffbauteil Leoben" (KVKL), these problems are a thing of the past. The KVKL is an interest group which bundles the comprehensive expertise of the Montanuniversität Leoben. Thereby, a straightforward access to research and development of plastic components is provided. For this purpose, a homepage (www.kunststoffbauteil.at) was established in order to provide easy access to the right contact person.

Material

- Preselection
- Development
- Characterization
- Modelling

Components

- Material specific design and optimization
- Fatigue endurance analysis and life time predictions
- Surface quality and functional surfaces
- Component testing

From the material to the component

- Solving of interdisciplinary problem definitions
- Competence in methods for systematic component development
- Development of simulation methods and models
- Development and optimization of processing routes
- Optimization of moulding tools

Assistance with applications for research projects

- National and international research proposals



Kooperationspartner (Auswahl)

Wissenschaftlich/science (national):

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH (A)
Leichtmetall Kompetenzzentrum Ranshofen
- Austrian Institute of Technology (A)
- ecoplus. Niederösterreichs Wirtschaftssagentur GmbH (A)
- Fachhochschule Wiener Neustadt (A)
FOTEC Forschungs- und Technologietransfer GmbH
- FH Campus Wien (A)
High Tech Manufacturing
- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH (A)
- Johannes Kepler Universität (A)
Linzer Institut für Organische Solarzellen (LIOS)
Institut für Polymer Extrusion und Compounding
Christian-Doppler Laboratory (CDL) on Particulate Flow Modelling
Fachbereich Physik
- Kompetenzzentrum für Holzverbundwerkstoffe und Holzchemie – Wood Kplus (A)
- Linz Center of Mechatronics GmbH (A)
- Medizinische Universität Graz (A)
Institut für Zahnerhaltungskunde
- OFI (A)
- Polymer Competence Center Leoben GmbH (A)
- TCKT – Transfercenter für Kunststofftechnik GmbH (A)
- Technische Universität Graz (A)
Zentrum für Elektronenmikroskopie
- Technische Universität Wien (A)
Institut für angewandte Synthesechemie
Institute for Lightweight Design and Structural Biomechanics
- TU Wien (A)

Wissenschaft/science (international):

- Academy of Sciences Brno (CZ)
Institute of Physics of Materials
- AITIIP Technology Centre (ES)
- Concordia University Montreal (CDN)
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (D)
- East China University of Science and Technology ECUST (CN)
- Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (CH)
Composite Construction Laboratory
- Eidgenössische Material und Prüfanstalt – EMPA (CH)
Laboratory for Mechanical Systems Engineering
- Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (PT)
Instituto de Engenharia Mecânica
- Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (D)
- Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (D)
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie (D)
- Ghent University (B)
- Imperial College London (GB)
Department of Mechanical Engineering
- Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (D)
- Institut Jožef Stefan (SI)
- Martin-Luther Universität Halle (D)
- Monash University (AU)
Department of Mechanical and Aerospace Engineering
- Mondragon University (ES)
- National Technical University of Athens (GR)
- Polymer Technology College (SI)

- Polytecnico di Milano (I)
Dipartimento di Chimica
- RWTH Aachen (D)
Institut für Kunststoffverarbeitung
- Swerea Sicomp AB (S)
- Technische Universität Clausthal (D)
- Technische Universität München (D)
Lehrstuhl Carbon Composites
- TECOS (SI)
- The University of Sheffield (UK)
Department of Chemistry
- Tomas Bata University (CZ)
- Universidad Rey Juan Carlos (ES)
Departamento de Tecnología Mecánica
- Universität Paderborn (D)
Lehrstuhl für Technische und Makromolekulare Chemie und Lehrstuhl für Kunststofftechnologie
- Universität Stuttgart (D)
Institut für Kunststofftechnik
Institut für Flugzeugbau
- University College Gent (BE)
Centre for Polymer and Material Technologies
- University of Birmingham (GB)
- University of Delaware (USA)
Center of Composite Materials
- University of Ljubljana (SI)
- University of Maribor (SI)
Institute of Engineering Materials and Design
- University of Minho (PT)
Dept. of Polymer Engineering
- University of Padua (I)
- University of Patras (GR)
- University of Zagreb (HR)
Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture
- University of Zaragoza (ES)



Cooperation partners (selection)

Industrie/industry (national)

- Aglykon Spreitz und Sprenger OEG (A)
- AGRU Kunststofftechnik GmbH (A)
- Alpex Technologies GmbH (A)
- Anton Paar GmbH (A)
- Armstark GmbH (A)
- AT&S Austria Technologie & Systemtechnik AG (A)
- battenfeld-cincinnati Austria GmbH (A)
- Benteler SGL Composite Technology GmbH (A)
- Berndorf Band GmbH (A)
- Böhler-Edelstahl GmbH (A)
- Borealis AG (A)
- Clever Contour GmbH (A)
- CW Concept GmbH (A)
- Dietzel GmbH (A)
- DOKA Industrie GmbH (A)
- Durst Digital Technology GmbH (A)
- Econ GmbH (A)
- Elin Motoren GmbH (A)
- Engel Austria GmbH (A)
- EREMA Engineering Recycling Maschinen und Anlagen Ges.m.b.H. (A)
- Erwin Mach Gummitechnik GmbH (A)
- Exel Composites GmbH (A)
- FACC Operations GmbH (A)
- Gabriel-Chemie GmbH (A)
- Getzner Werkstoffe GmbH (A)
- Hage Sondermaschinenbau GmbH & CoKG (A)
- HOERBIGER Ventilwerke GmbH & Co KG (A)
- Human Research GmbH (A)
- KTM-Technologies GmbH (A)
- Langzauner GmbH (A)

- Lenzing Plastics GmbH (A)
- Magna Auteca AG (A)
- Magna Powertrain Engineering Center Steyr GmbH & Co KG (A)
- Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co KG (A)
- MAHLE Filtersysteme GmbH (A)
- Maplan GmbH (A)
- MAS Maschinen- und Anlagenbau Schulz GmbH (A)
- MBA Polymers Austria Kunststoffverarbeitung GmbH (A)
- Mediscan GmbH & Co KG (A)
- NGR-Next Generation Recyclingmaschinen GmbH (A)
- PKT Präzisionskunststofftechnik Bürtlmair GmbH (A)
- Poloplast GmbH & Co KG (A)
- Profactor GmbH (A)
- RHI AG (A)
- Rosendahl Nextrom GmbH (A)
- Secop Austria GmbH (A)
- Semperit Technische Produkte GmbH (A)
- SKF Sealing Solutions Austria GmbH (A)
- Sony DADC Austria AG (A)
- Steinbacher Dämmstoff GmbH (A)
- superTEX composites GmbH (A)
- Teufelberger Holding AG (A)
- Thermoplast-Kreislauf GmbH (A)
- Thöni Industriebetriebe GmbH (A)
- voestalpine Stahl GmbH (A)
- Westcam Datentechnik GmbH (A)
- Wittmann Battenfeld GmbH (A)
- ZIZALA Lichtsysteme GmbH (A)

Industrie/industry (international):

- AFPT BV (NL)
- AgfISS Agentur für Industrie-Software & Services (D)
- BMW AG (D)
- Bodo Möller Chemie GmbH (D)
- CGTech Ltd. (GB)
- Clariant Produkte GmbH (D)
- Datwyler Sealing Solutions (CH)
- Dow Chemicals (USA)
- Dow Europe GmbH (CH)
- EMS-Chemie (CH)
- ESI Group (F, GB, D)
- Evonik Industries AG (D)
- HBW-Gubesch Thermoforming GmbH (D)
- HUBER Holding Sp. z o.o. (PL)
- Huber+Suhner AG (CH)
- Leistritz AG (D)
- Miele Gesellschaft m.b.H. (D)
- NetComposites (GB)
- Olympus Europa SE & Co. KG (D)
- Pentax Europe GmbH (D)
- Robert Bosch GmbH (D)
- SIGMA Engineering GmbH (D)
- simcon kunststofftechnische Software GmbH (D)
- Volkswagen AG (D)
- Wieland-Werke AG (D)
- Wintershall Holding GmbH - Standort Barnstorf (D)
- Woco Industrietechnik GmbH (D)



KAPITEL 5



VERANSTALTUNGEN

EVENTS

5



AUF EINEN BLICK

- Hersteller: MTS Systems Corporation
- Abmessungen: 4x3 m (LxB), 22 Tonnen
- Bis zu 6 individuelle Achsen im parallelen Betrieb

- Hydraulische Zylinder für Prüfkraft von wenigen N bis zu 1000 kN
- Frequenzen bis zu 100 Hz
- Variable Mess-, Steuer- und Regelelektronik

Eröffnung Bauteilprüffeld

Opening of the component test field

Innovative Lösungen aus Kunststoffen und Verbundwerkstoffen sind die Zukunft des Verkehrs, der Energieversorgung und des Recyclings. Sie sind auch die Lösung, um den stetig steigenden Energiebedarf einzudämmen. Um die Forschung auf diesem Gebiet voranzutreiben, wurde am Department für Kunststofftechnik an der Montanuniversität Leoben ein Bauteilprüffeld in Betrieb genommen.

Grund zum Feiern gab es am Donnerstag, 25.04.2013 an der Montanuniversität Leoben. Der Maschinenpark des Departments für Kunststofftechnik erhielt Zuwachs in Form eines 22 Tonnen schweren und 12 Quadratmeter großen Bauteilprüffeldes. Die Hauptaufgabe dieses Bauteilprüffeldes ist es, Bauteile an die Grenzen ihrer Belastbarkeit zu bringen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden dann in der Luftfahrt, im Automobilssektor, dem öffentlichen Verkehr, der Energieversorgung und dem Recycling eingesetzt. Sie tragen dazu bei, dass zum Beispiel Flugzeuge mit immer effizienteren Werkstoffen gefertigt werden können und dadurch immer weniger Treibstoff benötigen.

Die feierliche Eröffnung fand im Beisein des Rektors der Montanuniversität Magnifizenz Wilfried Eichlseder, der Vertreterin des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung Dr. Evelyn Nowotny, der Landtagsabgeordneten Ing. Eva Maria Lipp sowie einer Abordnung der Stadt Leoben und zahlreicher Vertreter aus der Industrie statt. In ihren Ansprachen hoben Univ.-Prof. Gerald Pinter und Magnifizenz Wilfried Eichlseder die Bedeutung der Kunststofftechnik für den Forschungsstandort Leoben heraus. Die Eröffnung des Prüffeldes ist gleichzeitig der Startschuss für den Kompetenzverbund Kunststoffbauteil Leoben (KVKL). Dieser Kompetenzverbund beinhaltet die bauteilbezogene Kompetenz im Bereich Kunst- und Verbundwerkstoffe am Standort Leoben. Ziel ist es, kunststoffrelevante Lösungen anzubieten, um die Kunststoffindustrie in Österreich im internationalen Wettbewerb zu stärken.

Innovative solutions made from plastics and composite materials are the future of transportation, energy production and recycling. They are also the solution to curtail the constantly growing energy demand. In order to advance the research in these fields a component test field was put into operation at the Department of Polymer Engineering and Science.

On Thursday, April 25th 2013 there was a reason to celebrate at the Montanuniversität Leoben. The comprehensive equipment at the Department of Polymer Engineering and Science was further expanded in the form of a 22 tons heavy and 12 square meters wide component test field. The main task of this component test field is to push components to the limits of their capacity. The knowledge gained in these tests is used in aviation, the automotive industry, the public transport, the energy production and recycling. This knowledge for example contributes to the development of more energy-efficient materials for aviation which in turn leads to a decrease in fuel consumption.

The grand opening took place in the presence of the rector of the Montanuniversität, his magnificence Wilfried Eichlseder, the representative of the Federal Ministry of Science and Research, Dr. Evelyn Nowotny and member of the Styrian parliament, Ing. Eva Maria Lipp. A delegation of the city of Leoben and numerous industry representatives were present as well. Univ.-Prof. Gerald Pinter and his magnificence Wilfried Eichlseder pointed out the importance of the Department of Polymer Engineering and Science for the research location Leoben. The opening of the component test field is at the same time also the starting point for the "Kompetenzverbund Kunststoffbauteil Leoben" (KVKL). The KVKL is an interest group which bundles the comprehensive component expertise of the Montanuniversität Leoben. Its aim is to provide plastic-relevant solutions in order to strengthen the Austrian plastic industry in regard to international competitors.



AUF EINEN BLICK

- 23. Leobener Kunststoff-Kolloquium
- Motto: "Hocheffiziente Verbundwerkstoffe"
- 200 internationale Experten in Leoben

- 23rd polymer colloquium in Leoben
- Motto: "Highly efficient composites"
- 200 international experts at the colloquium

Internationale Leichtbaukompetenz in Leoben zu Gast International lightweighting expertise in Leoben

Hybridfahrzeuge, Elektromobilität, Luftfahrt – so unterschiedlich die Antriebssysteme auch sein mögen, sie alle haben das Streben nach energieeffizienten Leichtbaulösungen gemeinsam. Aus diesem Grund wurde das traditionelle Leobener Kunststoff-Kolloquium 2014 unter dem Motto „Hocheffiziente Verbundwerkstoffe“ veranstaltet.

Mobilität von Personen und Gütern zu Land, Luft und Wasser hat in unserer globalisierten Welt einen hohen Stellenwert. Mobilität bedeutet aber gleichzeitig auch Verbrauch von immer knapper werdenden Ressourcen einhergehend mit der Belastung unserer Umwelt. Vor diesem Hintergrund sind Leichtbaulösungen aus Kunst- und Verbundwerkstoffen die Zukunft der energieeffizienten Fortbewegung, so der einhellige Tenor der rund 200 internationalen Expertinnen und Experten, die auf Einladung der Kunststofftechnik Leoben am 23. Leobener Kunststoff-Kolloquium teilnahmen.

Die Vorträge beschäftigten sich mit allen Facetten des Leichtbaus und spannten dabei den Bogen von der Verarbeitung über die Ressourcenschonung bis hin zur Lebenszyklusanalyse und Wirtschaftlichkeit von Verbundwerkstoffen. Neben Beiträgen renommierter Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler konnten auch Fachleute internationaler Unternehmen wie bspw. FACC, BASF, AIRBUS oder MAGNA für Fachvorträge gewonnen werden.

Das Kolloquium wurde von der Universitätsratsvorsitzenden Waltraud Klasnic und Leobens Vizebürgermeister Maximilian Jäger eröffnet. In ihren Ansprachen hoben sie die Bedeutung des Forschungsstandorts Leoben hervor und unterstrichen die herausragende Position der Montanuniversität. „Innovative Leichtbaulösungen aus Kunststoffen und Verbundwerkstoffen gestalten unsere Zukunft, denn diese muss leichter und funktionsintegrierter werden. Die grundlagen- und anwendungsorientierten Forschungsaktivitäten am Forschungsstandort Leoben mit seinen rund 200 Kunststofftechnikern in diesem Bereich decken die gesamte Wertschöpfungskette ab und können so unsere Welt ein wenig leichter, effizienter und ressourcenschonender machen,“ so Univ.-Prof. Ralf Schledjewski.

Hybrid vehicles, electro mobility and aviation – their drive systems vary, yet they all strive for energy efficient lightweight solutions. This was the inspiration for the theme of this year's polymer colloquium, "Highly efficient composites", an event organised by the Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL) and the Polymer Engineering and Science Department at Montanuniversität.

The mobility of persons and goods on land, water and air has reached a great significance in today's globalised world. Mobility comes hand in hand with the use of non-renewable resources and has enormous burdens on our environment. Considering these obstacles, the 200 international experts who attended Leoben's 23rd Polymer Colloquium agree that lightweight polymer and composite materials are the future of energy efficient mobility. The presentations centred on various aspects of lightweight construction, from methods of processing to resource conservation, life-cycle analysis and economic efficiency of composite materials. The lectures were held by renowned scientists and experts from international enterprises such as FACC, BASF, AIRBUS and MAGNA:

University Chairwoman, Waltraud Klasnic and Vice-Mayor of Leoben, Maximilian Jäger, opened the colloquium. Their speeches underlined the scientific significance of Leoben and emphasised the excellent position of Montanuniversität in the landscape of education. Prof. Ralf Schledjewski, head of the chair of processing of composites and the Christian Doppler Laboratory for Composite Processing, emphasised that with its more than 200 polymer-scientists, scientific activity in Leoben covers the entire value-added chain, enabling a lighter, more efficient and resource-saving future.



AUF EINEN BLICK

- 22. Leobener Kunststoff-Kolloquium
- Motto: "Oberflächen und Grenzflächen in der Polymertechnologie"
- 200 internationale Experten in Leoben

- 22nd polymer colloquium in Leoben
- Motto: "Surfaces and Boundary Surfaces in Polymer Engineering"
- 200 international experts at the colloquium

Industrie und Forschung am 22. Leobener Kunststoff-Kolloquium

International experts at the 22nd "Kunststoff-Kolloquium" in Leoben

Im Zentrum des von der Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL) und dem Department Kunststofftechnik der Montanuniversität Leoben organisierten 22. Leobener Kunststoffkolloquiums standen von 14. bis 15. November „Oberflächen und Grenzflächen in der Polymertechnologie“, wobei ein breiter Bogen von der wissenschaftlichen Forschung bis hin zu Trends und Technologieentwicklungen in der in- und ausländischen Industrie gespannt wird und Aspekte der Polymerchemie, Kunststofftechnik und Verbundwerkstoff-Technologie berücksichtigt werden.

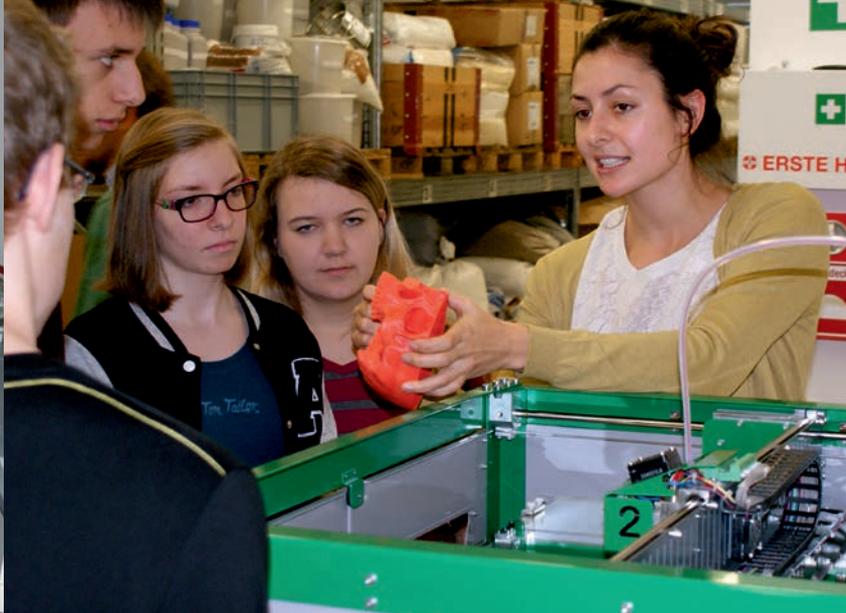
So unscheinbar die Thematik rund um Oberflächen bzw. Grenzflächen wirken mag, so vielfältig und bedeutsam sind die dadurch erreichbaren Effekte und deren Relevanz für die industrielle Praxis. Beispiele wie Beschichtungen auf Kunststofffolien zur Verlängerung der Haltbarkeit von Lebensmitteln oder das Verkleben von Leichtbaukomponenten in der Automobilindustrie und Luftfahrt verdeutlichen das Potenzial der von den Leobener Kunststoffexperten und Experten entwickelten Lösungsansätze.

Die von rund 200 Fachleuten besuchte Konferenz wurde vom Rektor der Montanuniversität Leoben Prof. Wilfried Eichlseder, dem Stv.-Vorsitzenden des Rates für Forschung und Technologieentwicklung Prof. Peter Skalicky und der Abgeordneten zum Steiermärkischen Landtag Eva Maria Lipp eröffnet. Im Anschluss daran erwartete die zahlreichen internationalen Teilnehmerinnen und Teilnehmer ein spannendes 2-tägiges Konferenzprogramm, das mit Vorträgen von Unternehmen wie SONY DADC Austria, EVONIK, Anton Paar oder 3M Deutschland sowie Beiträgen leitender Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von internationalen Forschungseinrichtungen wie der ETH Zürich, Fraunhofer Institut, Universität Stuttgart, TU Graz und der Kunststofftechnik Leoben gespickt war. „Gemeinsam mit der Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL) sind am Standort Leoben rund 200 Kunststofftechnikern und Kunststofftechniker in der Forschung tätig. Die enge Zusammenarbeit der Forschung mit der Industrie zeigt sich auch beim 22. Leobener Kunststoffkolloquium an den Vorträgen renommierter Industrievetreter und beweist einmal mehr die Bedeutung des Forschungsstandortes Leoben“, so Rektor Prof. Eichlseder.

Surfaces and boundary surfaces in polymer engineering were the focus of the 22nd polymer colloquium which was organised by the Polymer Competence Center Leoben GmbH and the Department of Polymer Engineering and Science. From the 14th to the 15th of November 2014 the colloquium built a bridge between scientific research and trends as well as technology development in the national and international industry. Furthermore, aspects of polymer chemistry, polymer science and composite technology were addressed.

The topic of surfaces and boundary surfaces may sound unimpressive at first, but the various achievable effects are of great relevance for the industry. Examples such as the coating on plastic sheets for an extended shelf life of food or the adhesive bonding of composite parts in aviation or in vehicle manufacturing demonstrate the potential of the innovative approaches focussed on in Leoben.

The conference which was attended by 200 international experts was opened by the rector of the Montanuniversität, his magnificence Wilfried Eichlseder, Prof. Peter Skalicky from the Council for Research and Technology Development and Ing. Eva Maria Lipp, member of the Styrian parliament. The two-day colloquium offered an interesting programme with lectures from international companies, such as SONY DADC Austria, EVONIK, Anton Paar or 3M Germany as well as lectures by international renowned scientists from the ETH Zürich, the Fraunhofer Society, the University of Stuttgart, the Graz University of Technology and the Kunststofftechnik Leoben. Rector Wilfried Eichlseder emphasised that with its more than 200 polymer scientists, the Department of Polymer Engineering and Science and the Polymer Competence Center Leoben are very important partners for the industry.



AUF EINEN BLICK

- Teilnahme an Take Tech 2013 & 2014
- Einblicke in technische Berufe bekommen
- Über 200 Schülerinnen und Schüler

- Participation at Take Tech 2013 & 2014
- Insight into technical jobs
- More than 200 pupils

Mit Take Tech die Welt der Polymere kennenlernen Getting to know the world of polymers with Take Tech

Ein künstlicher menschlicher Schädel für chirurgische Implantate direkt aus dem 3-Drucker? Gibt es nicht? Doch gibt es, denn mit Kunststoffen ist fast alles möglich. Dieses und noch viele weitere Themen gab es im Rahmen der Aktionswochen Take Tech an der Kunststofftechnik Leoben zu entdecken.

Die Carbonfelge für Leichtbaufahrzeuge, die funktionelle Sportbekleidung für den nächsten Winterurlaub, die künstlichen Schädelimplantate aus dem 3-D-Drucker, sie haben alle eines gemeinsam – sie sind aus dem vielseitigsten Werkstoff überhaupt – dem Kunststoff.

Daher war es nicht verwunderlich, dass sich wie jedes Jahr Schülerinnen und Schüler die Gelegenheit nicht entgehen ließen, die innovative Welt der Kunststoffe zu entdecken. Ihnen wurde im Rahmen der SFG-Aktionswoche „Take Tech“ von der Polymer Competence Center GmbH (PCCL) und dem Department Kunststofftechnik der Montanuniversität Leoben eine breite Palette an innovativen kunststofftechnischen Anwendungsmöglichkeiten gezeigt. „Take Tech“ hat es sich zum Ziel gesetzt, junge Menschen an die Technik heranzuführen und diese dafür zu begeistern.

Die Kunststoffreise beginnt

Wie läuft eigentlich so ein typischer Take Tech Tag ab? Zuerst erhalten die interessierten Schülerinnen und Schüler eine spannende Einführung in die Welt der Kunststoffe mit der Möglichkeit, Fragen zu stellen. Nach der Theorie folgen die Laborführungen, in denen der Weg vom Molekül zu einem fertigen Bauteil anschaulich gemacht wird. Dabei ist es besonders wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler bei den verschiedenen Stationen immer selbst Hand anlegen dürfen.

Insgesamt waren in den Jahren 2013 und 2014 mehr als 200 Schülerinnen und Schüler im Rahmen der Take Tech zu Besuch.

An artificial human skull for surgical implants directly out of a 3D printer – not possible? It sure is – because with plastics almost everything is possible. This and a good deal more was waiting to be discovered in the framework of the event week “Take Tech” at the Department of Polymer Engineering and Science.

The carbon rim for lightweight automotive engineering, the functional sportswear for the next skiing holiday, the artificial skull implants out of the 3D printer have all one thing in common. They are made out of the most versatile material of all: plastic.

Therefore, it is not surprising that – like every year in November – pupils took the chance to discover the innovative world of polymers. In the framework of the event week “Take Tech”, the Department of Polymer Engineering and Science in cooperation with the Polymer Competence Center Leoben presented a broad range of innovative plastic applications. The aim of “Take Tech” is to give young people an insight into technical jobs and to get them enthusiastic about science and engineering.

Let the polymer journey begin

What is a typical day at “Take Tech”? First of all, the pupils receive an exciting introduction to the world of polymers. They can always ask questions and discuss plastic-relevant topics with our staff. After the theoretical part, the lab tours follow in which the pupils get to know the process from the molecule to the plastic part. In the lab tours it is of utmost importance to offer the pupils a hands-on experience.

The Department of Polymer Engineering and Science was happy to welcome more than 200 pupils during the event week “Take Tech” in 2013 and 2014.



AUF EINEN BLICK

- Über 60 durchgeführte Schulwerbeaktivitäten
- Mehr als 1200 Schülerinnen und Schüler zu Besuch
- 1600 Besucher bei der "Langen Nacht der Forschung"

- More than 60 promotional activities in schools
- More than 1200 pupils visited
- 1600 attendees at the event "Long Night of Science"

Verschiedene Veranstaltungen

All sorts of events

Lange Nacht der Forschung voller Erfolg

Am 4. April 2014 fand in Leoben zum ersten Mal die „Lange Nacht der Forschung“ statt. Diese Veranstaltung ist Österreichs größtes Forschungsevent, das es sich zur Aufgabe gemacht hat, dem interessierten Publikum bei freiem Eintritt die Tore von Wissenschaft und Wirtschaft zu öffnen. Auch die Kunststofftechnik Leoben freute sich über rund 1600 interessierte Besucherinnen und Besucher, denen ein spannendes Programm für Jung und Alt geboten wurde.

KomeTogether

Auch die Tradition des allseits beliebten „KomeTogether“ wurde in den Jahren 2013 und 2014 weitergeführt. Die Studienrichtungsververtretung, der VLK und das Department Kunststofftechnik luden zu Speis und Trank in die Spritzgusshalle des Kunststoffzentrums. Am 11. Dezember 2014 nahm auch eine Delegation der Linzer Kunststofftechnik an der Veranstaltung teil, wodurch eine gute Gelegenheit entstand, Kontakte zu knüpfen.

Kinder Energie und Umweltwoche

Vom 12. bis zum 14. November 2014 fand bereits zum vierten Mal die „Kinder Energie und Umweltwoche“ in Wien statt. Die Kunststofftechnik Leoben war durch den Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen vertreten. Das Ziel war es, die Jugendlichen für die richtige Verwendung von Kunststoff zu sensibilisieren und das hohe Innovationspotenzial von Verbundwerkstoffen aufzuzeigen. Mit vielen interessanten Schaustücken wurde gezeigt, dass „Kunststoff nicht böse ist“, sondern zu unserer Sicherheit beiträgt und uns beim Energiesparen unterstützt.

Departmentausflug

Am 7. Juli 2014 fand der jährliche Ausflug des Departments statt. Nach dem Besuch der Ausstellung „Die Shaolin Mönche“ in der Kunsthalle Leoben folgte eine gemeinsame Wanderung auf die „Schmollhube“. Bei einer gemeinsamen Jause fand der Tag ein gemütliches Ende.

“Long Night of Science“ – a great success

On April 4th 2014 the all-night event “Long Night of Science” took place for the first time in Leoben. This event is Austria’s biggest science event with the aim to provide an insight into science as well as economy. The Department of Polymer Engineering and Science offered an interesting programme which greatly appealed to young and old.

KomeTogether

The traditional hosting of the much-loved “KomeTogether” was continued in 2013 and 2014. The student representatives, the VLK and the Department of Polymer Engineering and Science invited to enjoy food and drink at the Centre of Polymer Engineering while being able to share experiences and ideas in different scientific fields. On December 11th 2014 a delegation of polymer engineers from the University Linz participated also in the event.

Event “Children, Energy and Environment Week”

From the 12th to the 14th of November 2014 the “Children, Energy and Environment Week” took place for the 4th time in Vienna. The Department of Polymer Engineering and Science was represented by the Chair of Processing of Composites. The aim was to make children aware of the right use of plastic and to demonstrate the highly innovative potential of composites. Many interesting showpieces demonstrated that “plastic is not that bad”, but rather a material which contributes to our safety and helps in saving energy.

Excursion of the Department of Polymer Engineering and Science

On July 7th 2014 the annually excursion of the Department of Polymer Engineering and Science took place. After visiting the exhibition “The Shaolin Monks”, a hike to the “Schmollhube” followed. A delicious meal in a nice atmosphere perfectly rounded off the excursion.



AUF EINEN BLICK

- Sonderausstellung für 1 Monat
- Zahlreiche Besucher
- 109 Schulklassen
- über 2500 Schülerinnen und Schüler
- Eigener Raum zum Thema Kunststoff
- Interessante Ausstellungsstücke
- 22 Firmen unterstützen die Kunststofftechnik mit Geld- und Sachspenden

Ausstellung „Rohstoffe sind Zukunft“ in der Kunsthalle Leoben

Die eindrucksvolle Sonderausstellung „Rohstoffe sind Zukunft“ war vom 31. März bis zum 30. April in der Kunsthalle Leoben zu sehen. Ziel war es, die Bedeutung primärer und sekundärer Rohstoffe für unser tägliches Leben hervorzuheben. Dabei gab es ungewöhnliche Exponate zu bestaunen und die vielen Mitmachversuche für Erwachsene und Kinder boten die Möglichkeit, tief in die Welt der Rohstoffe einzutauchen. Veranstaltet wurde die Ausstellung von der Montanuniversität in Zusammenarbeit mit dem Bezirksschulrat Leoben und dem Museumsverbund Steirische Eisenstraße.

Im Rahmen dieser Ausstellung war auch dem Werkstoff Kunststoff ein eigener Raum gewidmet. Dabei standen die Themen Feuerwehr, Mobilität, Sport, Nachhaltigkeit und Elektronik im Vordergrund. Den Besucherinnen und Besuchern wurde gezeigt, dass Kunststoff mehr ist als das „Plastiksackerl“ – Kunststoff ist ein Hochleistungswerkstoff, ohne den unsere moderne Gesellschaft nicht möglich wäre.

Hochaktuelles Ausstellungsthema

„Der Bedarf an Rohstoffen ist im stetigen Steigen begriffen“, erklärte Montanuni-Rektor Wilfried Eichlseder die Brisanz des Ausstellungsthemas. „Diese Steigerung beruht einerseits darauf, dass wir durch neue Technologien Roh- und Werkstoffe benötigen, die vor einigen Jahren noch nicht nachgefragt wurden oder wir nicht kannten. Andererseits führt der steigende Lebensstandard in zukünftigen Industrienationen (China, Indien usw.) zu einem fast explosionsartigen Anstieg im Verbrauch. Wir sind daher aufgefordert, unsere Ressourcen besser auszunützen, durch umweltfreundliche Gewinnung und Verarbeitung, durch optimierten Einsatz im Produkt oder durch Wiederverwendung.“

Die Montanuniversität nimmt sich dieser Fragestellungen rund um Roh- und Werkstoffe an. Im Bereich Hochleistungswerkstoffe, ob Metalle oder Kunststoffe, werden Werkstoffe erforscht, die neue Anwendungen bei höheren Belastungen oder Temperaturen ermöglichen. Weiterentwicklungen im Bereich des Leichtbaus wiederum sorgen für den optimalen Einsatz im Produkt. Der Stoffkreislauf wird schließlich durch Recycling geschlossen.

Unter dem Titel „Rohstoffe sind Zukunft“ zeigte die Ausstellung in der Kunsthalle Leoben den kompletten Rohstoffkreislauf, beginnend bei der Suche nach und der Gewinnung von primären Rohstoffen über deren Aufbereitung und Weiterverarbeitung zu vielfältig einsetzbaren Werkstoffen bis hin zu den Reststoffen, die nach abermaliger mechanischer und/oder thermischer Behandlung wieder zu sekundären Rohstoffen aufbereitet werden.

Kunststoff hat ein breites Einsatzspektrum

Die Kunststofftechnik Leoben präsentierte sich im Rahmen der Ausstellung auf rund 100 m². Neben „klassischen“ Kunststoffprodukten gab es auch exotische Highend-Ausstellungsstücke zu begutachten. Highlight war sicher das rund 10.000 Euro teure Carbonrennrad, wie es bei der Tour de France zum Einsatz kommt. Aber auch der 3D-Drucker, die Aufklärungsdrohne oder die Bauteile eines Audi R8 sorgten für Interesse und zahlreiche Fragen. Ziel der Kunststofftechnik war es, den Schülerinnen und Schülern die große Bandbreite an unterschiedlichen Kunststoffprodukten zu zeigen und dem Vorurteil entgegenzuwirken, dass nur Verpackungen und „Wegwerfprodukte“ aus Kunststoff bestehen.



“Raw Materials are Future“ – Exhibition in the Kunsthalle Leoben

The impressive exhibition “Raw Materials are Future” was on display between March 31st and April 30th in the Kunsthalle Leoben. Primary and secondary resources which our daily life depends on are playfully explained in interactive stations and funny exhibits for the young and old. In the framework of the exhibition, a whole room was dedicated to plastics. The focus was on the topics fire department, mobility, sports, sustainability and electronics. The visitors learned that plastic is more than the simple plastic bag. In fact, plastic is a high-performance material which is essential for our modern society. The exhibition is a project of the Montanuniversität Leoben in cooperation with the District Schools Council of Leoben and the association of the museums at the Steirische Eisenstraße.

A topic relevant to contemporary life

“The demand for raw materials is constantly on the rise,” explains the rector of Montanuniversität, Wilfried Eichlseder. “On the one hand, this development has derived from the demand of new technologies for raw and man-made materials which were unknown to us in the past. On the other hand, this demand is rising in an explosive manner due to the increasing standards of living in developing countries. Therefore, we now face the challenge of making better use of the resources available to us through sustainable extraction and processing methods, optimised product applications, and reuse.”

The Montanuniversität Leoben has dedicated itself to raw and man-made materials. Research on high-performance materials focuses on metals and polymers, and how they can be developed to be more resistant and withstand higher temperatures. Lightweight technology ensures the optimal use in products.

The value-added chain around which the Montanuniversität Leoben has designed its courses is eventually completed by the addition of Recycling Technologies to the course programme. Hundreds of scientists at the Montanuniversität Leoben are involved in projects focusing on improving recycling methods. Students immensely benefit from the acquired knowledge that is passed on to them.

“The aim of the exhibition is to convey the significance of this topic to a broad public. Hopefully, our passion for materials and their life-cycle will spread to the visitors,” hopes Eichlseder. The value-added chain is represented in the exhibition beginning with the search and extraction of primary resources, the processes in which they are further used, on to the residues and their utility.

Plastic – the all-purpose material

The Department of Polymer Engineering and Science presented itself on an exhibition area of 100 m². In addition to basic plastic products there was a focus on high-end plastic applications. The highlight of the exhibition was the full carbon racing bike which is used at the well-known Tour de France and has a value of about 10,000 Euros. Additionally, the 3D printer, the reconnaissance drone or the parts of an Audi R8 generated great interest and led to interesting questions and discussions. The aim of the Department of Polymer Engineering and Science was to show the wide variety of plastic products and to counter the prejudice that only packaging and products for one-time usage are made out of plastics.



Kontakt

Department Kunststofftechnik
an der Montanuniversität Leoben
Otto Glöckel-Straße 2, 8700 Leoben, Österreich
+43 3842 402 2101
kunststofftechnik@unileoben.ac.at, www.kunststofftechnik.at

Contact

Department Polymer Engineering and Science
at Montanuniversität Leoben
Otto Glöckel-Straße 2, 8700 Leoben, Austria
+43 3842 402 2101
kunststofftechnik@unileoben.ac.at, www.kunststofftechnik.at